

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-326981
(43)Date of publication of application : 16.12.1997

(51)Int.Cl.

H04N 5/74

(21)Application number : 08-144248

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 06.06.1996

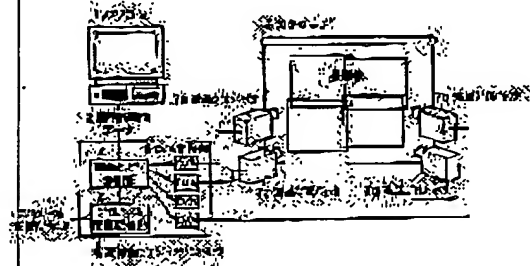
(72)Inventor : HIGURE MASAKI
NAGASAKI TATSUO
KOMIYA YASUHIRO
OU KOUTATSU
I OKAJI

(54) IMAGE PROJECTION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a projection picture of high definition utilizing the resolution of input data.

SOLUTION: In this system, high-definition picture data generated and outputted by a personal computer 1 is inputted to the picture processing and dividing part 4 of a controller part 3. This part 4 decides a part of data 2 to be outputted to each of projectors 7a to 7d based on a parameter previously stored in a projector arrangement storage part 5 and implements a prescribed processing. The signal of the part 4 is inputted to a plurality of D/A conversion parts 6 to be converted to an analog signal by the part 6 and then the picture is projected on a screen 8 by each of projectors 7a to 7d. The projected picture projected on the screen 8 in this way becomes a high-definition picture in which each picture is accurately positioned.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-326981

(43) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) Int.Cl.⁶

H04N 5/74

識別記号

庁内整理番号

F I

H04N 5/74

技術表示箇所

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平8-144248

(22) 出願日

平成8年(1996)6月6日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 日暮 正樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 長崎 達夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 小宮 康宏

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 武彦 (外4名)

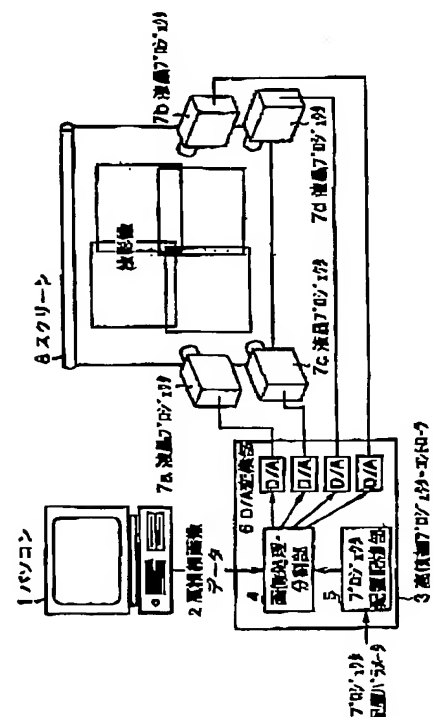
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投影システム

(57) 【要約】

【課題】入力データの解像度を生かした高精細な投影画像を得ること。

【解決手段】本システムは、パソコン1で作成・出力された高精細画像データ2はコントローラ部3の画像処理・分割部4に入力される。該画像処理・分割部4では、予めプロジェクタ配置記憶部5に記憶されたパラメータに基づいて各プロジェクタに高精細画像データ2のどの部分を出力するかが決定され、所定の処理が行われる。上記画像処理・分割部4の信号は複数のD/A変換部6に入力され、該D/A変換部6にてアナログ信号に変換された後、各プロジェクタ7a乃至7dにより画像がスクリーン8上に投影される。こうしてスクリーン8上に投影された投影像は、各画像が正確に位置合わせされた高精細な画像となる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高精細画像データを生成する画像生成手段と、

上記高精細画像データの少なくとも一部を投影するための複数のプロジェクタを有する画像投影手段と、

上記高精細画像データの少なくとも一部を選択・処理して上記複数のプロジェクタに出力する画像処理手段と、を具備することを特徴とする画像投影システム。

【請求項2】 上記画像処理手段は、

上記複数のプロジェクタによって正確な画像を投影するための処理に必要なパラメータを記憶するパラメータ記憶手段と、

上記パラメータに基づいて上記画像データを分割・処理し上記複数のプロジェクタへ出力する画像分割・処理手段と、を更に具備することを特徴とする請求項1に記載の画像投影システム。

【請求項3】 観客の視点付近に配置され投影画像を撮影する撮像手段と、

上記投影画像を上記撮像手段で撮影した画像データから上記プロジェクタ配置パラメータを算出するパラメータ算出手段と、を更に具備することを特徴とする上記請求項1又は請求項2に記載の画像投影システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数のプロジェクタの画像をスクリーン上で合成して高精細な画像の投影を実現する画像投影システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、大人数向けに行うプレゼンテーションでは、オーバーヘッドプロジェクタ(OHP; Over Head Projector) やスライドが使用されてきた。一方、最近のパーソナルコンピュータの普及とアプリケーションソフトの充実に伴い、パーソナルコンピュータとプロジェクション・ディスプレイ(以下、プロジェクタと称する)を組み合わせたプレゼンテーション・システムが採用されるようになってきた。このシステムの特徴は、パーソナルコンピュータ上で作成した画像や原稿をOHPシートに印刷したりスライド用フィルムに撮影する手間が省けること、特に自然画像の場合には作成段階で見ている色がそのまま得られることにある。このようなプロジェクタでは、特に従来のCRTディスプレイ(Cathode Ray Tube display monitor) に比して、より軽量で設置の煩雑さの少ない液晶パネルを用いたプロジェクタが中心に利用されている。

【0003】 ここで、図23にはパーソナルコンピュータと液晶プロジェクタとを組み合わせたプレゼンテーション・システムの一例を示し説明する。同図に於いて、*

$$\begin{aligned} X &= m \cdot (d \cdot x + e \cdot y + f) / (a \cdot x + b \cdot y + c) \\ Y &= m \cdot (g \cdot x + h \cdot y + i) / (a \cdot x + b \cdot y + c) \end{aligned} \quad (1)$$

しかしながら、この技術を実用化しようとした場合には、上記(1)式の変換に

2

* パーソナルコンピュータ201上で作成された画像・原稿データは、モニタ出力から分岐して液晶プロジェクタ202の処理制御部206に出力される。液晶プロジェクタ202の処理制御部206では、この入力されたデータが処理され、液晶パネル(LCP)204に出力される。液晶パネル204では、この入力画像データに応じた画像が表示される。そして、光源203からの光は、液晶パネル204に表示した画像の階調によってその透過量が決定された後、投射レンズ207を介してスクリーン208に投影される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記液晶プロジェクタによって投影された画像の解像度は液晶パネルの画素数によって決定される。現在、液晶パネルの解像度を越えた画像信号を入力できるプロジェクタは存在するものの、液晶パネルの画素数に合わせるべく原画像データを間引いている為に原画像の解像度を生かしていない。

【0005】 更に、原画像の1部分を表示しスクロールで全体を投影するプロジェクタもあるものの、1度に全体を見ることができないといった欠点がある。かかる問題を解決する為には、より高精細な投影画像を得る場合には液晶パネルの画素数を増やさなくてはならないが、そのような高精細な液晶プロジェクタは非常に高価なものとなる為、一般に汎用されるには適していない。

【0006】 また、高解像度の液晶パネルを用いた場合、処理制御部の負荷も増大する。さらに、パネル上の制御部分の面積が広くなり、結果として光源光の利用効率が悪くなり投影画像は暗いものになるといった欠点がある。

【0007】 さらに、正確な画像を投影するには、プロジェクタ本体を正確に水平に設置することや、スクリーンに正対していなければならない等の条件が必要とされる為、プロジェクタの設置が正確でない場合、投影画像は回転してしまったり、一般に言われる「あおり」といった現象が生じたものになってしまう。

【0008】 また、特開平2-306782号公報では、TVカメラで撮影したセットの一部に予め用意した画像(はめ込み画像)を挿入する技術が開示されている。この技術は、はめ込み画像に対して、カメラ方向に応じたあおりを人工的に生じさせて(この変換を一次透視変換と称する)TVカメラの画像に挿入するものである。この技術では、はめ込み画像の上の座標を(x, y)、TVカメラの画像内の座標を(X, Y)としたとき、一次透視変換を次式(1)で表現している。

【0009】

して応用しようとした場合には、上記(1)式の変換に

(3)

3
関して画像の回転を考慮していない、プロジェクタの投影方向を検出する手段を必要とするといった問題が生じてしまう。

【0010】本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、パーソナルコンピュータと複数のプロジェクタ、高精細な入力画像を分割して各プロジェクタに画像信号を出力するコントローラ部を組み合わせ、入力データの解像度を生かした高精細な投影画像を得ることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1の態様による画像投影システムは、高精細画像データを生成する画像生成手段と、上記高精細画像データの少なくとも一部を投影するための複数のプロジェクタを有する画像投影手段と、上記高精細画像データの少なくとも一部を選択・処理して上記複数のプロジェクタに出力する画像処理手段とを具備することを特徴とする。

【0012】そして、第2の態様による画像投影システムは、上記画像処理手段が、上記複数のプロジェクタによって正確な画像を投影するための処理に必要なパラメータを記憶するパラメータ記憶手段と、上記パラメータに基づいて上記画像データを分割・処理し上記複数のプロジェクタへ出力する画像分割・処理手段とを更に具備することを特徴とする。

【0013】さらに、第3の態様による画像投影システムは、観客の視点付近に配置され投影画像を撮影する撮像手段と、上記投影画像を上記撮像手段で撮影した画像データから上記プロジェクタ配置パラメータを算出するパラメータ算出手段とを更に具備することを特徴とする。

【0014】上記第1乃至第3の態様は以下の作用を奏する。即ち、本発明の第1の態様による画像投影システムでは、画像生成手段により高精細画像データが生成され、画像処理手段により上記高精細画像データの少なくとも一部が選択・処理されて上記複数のプロジェクタにそれぞれ出力され、複数のプロジェクタを有する画像投影手段により上記高精細画像データの少なくとも一部が投影される。

【0015】そして、第2の態様による画像投影システムでは、上記画像処理手段において、パラメータ記憶手段により上記複数のプロジェクタによって正確な画像を投影するための処理に必要なパラメータが記憶され、画像分割・処理手段により上記パラメータに基づいて上記画像データが分割・処理されて上記複数のプロジェクタに出力される。

【0016】さらに、第3の態様による画像投影システムでは、観客の視点付近に配置された撮像手段により投影画像が撮影され、パラメータ算出手段により上記投影画像を上記撮像手段で撮影した画像データから上記プロ

4
ジェクタ配置パラメータが算出される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。先ず本発明の第1の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。図1は第1の実施の形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【0018】同図に示されるように、本実施の形態に係る画像投影システムは、大きく別けて、画像・原稿を作成して高精細画像データ2を出力するパーソナルコンピュータ（以下、パソコンと略記する）1と、パソコン1からの高精細画像データ2を処理・分割して出力する高精細プロジェクタ・コントローラ部3と、複数のプロジェクタ7a乃至7dとで構成されている。

【0019】上記高精細プロジェクタ・コントローラ部3は、更に画像処理・分割部4と、プロジェクタ配置記憶部5、D/A変換部6からなる。更に、ここでは図示していないが各機能をコントロールする制御部も含まれている。

【0020】このような構成において、パソコン1で作成・出力された高精細画像データ2はコントローラ部3の画像処理・分割部4へと出力される。該画像処理・分割部4では、予めプロジェクタ配置記憶部5に記憶されたパラメータに基づいて各プロジェクタに高精細画像データ2のどの部分を出力するかが決定され、所定の処理が行われる。このプロジェクタ配置記憶部5に記憶されたパラメータ及び画像処理・分割部4等の各構成要素の機能又は作用についての詳細は後述する。

【0021】上記画像処理・分割部4の信号は複数のD/A変換部6へと出力され、該D/A変換部6にてアナログ信号に変換された後、各プロジェクタ7a乃至7dにより画像がスクリーン8上に投影される。こうしてスクリーン8上に投影された投影像は、各画像が正確に位置合わせされた高精細な画像となる。

【0022】ここで、図2を参照して上記液晶プロジェクタ7とスクリーン8が正対していない場合に、投影画像全体をあおりがなく正確なものとする手法を説明する。上記プロジェクタ7とスクリーン8が正対していない場合には、投影像の各部分で倍率が異なり、図2

40 (a)に示されるような「あおり」のある画像になってしまう。スクリーン8上でどの様に投影されるかは、プロジェクタ7の光軸に沿ったプロジェクタ7とスクリーン8との距離d、光軸を回転軸としたときのプロジェクタ7の回転角 ω 、プロジェクタ7の基準点Cからスクリーン8に降ろした垂線C-Sとプロジェクタの光軸で決定される平面がZX平面となす角度（あおりの生じる方向） θ 、垂線C-Sとプロジェクタ7の光軸のなす角度（あおり角） ϕ で決定される。

【0023】いま、プロジェクタ7に入力する画像上で
50 画像中心を原点oとした座標を(x, y)、図2のよう

(4)

にスクリーンとプロジェクタの光軸が交差する点を原点
 Oとし、スクリーン上水平方向にX軸・垂直方向にY
 軸、スクリーンの法線方向にZ軸を取った座標を(X,
 Y, 0)としたとき、(x, y)と(X, Y)の関係は*

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m(c_x \cdot z_3 - x_3 \cdot c_z) / (z_3 - c_1) \\ m(c_y \cdot z_3 - y_3 \cdot c_z) / (z_3 - c_1) \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} p_3 &= (x_3, y_3, z_3)^T = R \cdot (x, y, 0)^T \\ C &= (c_x, c_y, c_z)^T = R \cdot (0, 0, d)^T \\ R &= (R_3 \cdot R_2 \cdot R_1) \end{aligned} \quad (3)$$

$$R_1 = \begin{pmatrix} \cos(\omega - \theta) & \sin(\omega - \theta) & 0 \\ -\sin(\omega - \theta) & \cos(\omega - \theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$R_2 = \begin{pmatrix} \cos \phi & 0 & \sin \phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \phi & 0 & \cos \phi \end{pmatrix}$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

【0025】上記式において、行列右肩のTは転置を示し、mはスクリーンとの距離dでできるスケーリングファクタである。Rは θ 、 ϕ 、 ω による回転を表す行列で、座標Cはプロジェクタの基準点の上記XYZ座標系における位置である。

【0026】このd、 θ 、 ϕ 、 ω から逆算し、予め図2(b)に示されるようにあおりを補正した画像を生成・出力することで、投影された画像は全体が等倍率で正確なものとなる。この様子は後述する。また、ここではd、 θ 、 ϕ 、 ω から投影状態を決定するとして説明したが、投影状態が正確に記述・補正できれば他のパラメータの組でもよいことは勿論である。

【0027】図3は原画像と各プロジェクタへの出力画像の関係を示す図である。図3(a)はプロジェクタの解像度に比べて高精細な原画像であり、この画像をスクリーン上に図3(b)に示されるような位置関係で投影する2台のプロジェクタに出力する。この場合、図3(c)に示されるように右側のプロジェクタには、左側のプロジェクタの画像から下にずれた部分の画像を出力すると、スクリーン上では図3(d)のように全体として原画像と略同じ画像が投影される。

【0028】また、オーバーラップする部分は、例えば特願平6-141246号公報に開示された画像の貼合

30 わせ技術を採用して整合を取る。複数の画像の重複部分の処理技術を応用して、原画像の値に図3(e)に示されるような係数を乗じてプロジェクタに出力することで、接合部分をスムーズに接続することができる。

【0029】こうして接合された例を図3(f)に示す。この図3(f)では、2枚の画像の1ライン(例えば図3中のA-Bを結ぶ線)がそれぞれ破線で示されている。実線は、それぞれのデータ値に図3(e)に示した係数を掛けて出力したときの投影された画像の値である。図3(b)では、プロジェクタの倍率は同じとして説明したが、倍率が異なる場合は図3(c)で選択する部分の大きさを変えることで対応可能である。

【0030】以上の方法は、2台以上のプロジェクタを用いる場合にも同様に適用可能である。更に、液晶パネルの画素が比較的粗いため、投影画像に液晶の画素がはっきり投影されて見にくい画像となる場合や、それぞれのプロジェクタの倍率の違いからオーバーラップ部分でモアレ現象が起こる場合もあるが、これら現象は、投影像のピントを少し甘くして画素をボケさせる等により防止することができる。また、図3ではオーバーラップ部分で乗じる係数を線形に変化させたが、スムーズに接合できるのであれば、例えばsin関数のように非線形に変化させてもよい。

50

(5)

7

【0031】図4には、あおり補正画像生成の手法を示し説明する。図4(a)は投影画像を示し、図4(b)はプロジェクタに入力する画像データを示している。図4(b)の q_0, q_1, q_2, q_3 で囲まれる領域 S_q はプロジェクタに入力できる最大の画像を示し、その投影像が図4(a)の Q_0, Q_1, Q_2, Q_3 で囲まれる領域 S_Q に相当する。

【0032】図4(a)で網掛けした P_0, P_1, P_2, P_3 で囲まれた領域 S_P は実際の投影に利用される領域で、プロジェクタ入力画像では P_0, P_1, P_2, P_3 で囲まれた領域 S_P に対応する。 S_P の基準点は2辺のなす角度が最大となる点 P_0 とし、 P_1, P_3 はそれぞれ水平、垂直に引いた直線が S_Q の各辺と交差する点で、 P_2 は他の3点と長方形をなす点である。また、図4(b)の P_0, P_1, P_2, P_3 で囲まれる領域 S_P はプロジェクタに入力する画像のうち S_P に対応する部分である。

【0033】プロジェクタ入力画像の画像中心から数えた画素位置 (i, j) は、上記(2)式によって (X_i, Y_j) に変換される。そこで、画素位置 (i, j) の値は図3(c)のように各プロジェクタ用に選択された原画像中 (X_i, Y_j) に対応するピクセルの値を用いる。このとき (X_i, Y_j) が整数でない場合には線形補間、双三次補間等の公知の補間手法によって値を求める。また、変換後、 (X_i, Y_j) が S_P 外に出てしまう場合は画素値をゼロとする。ここでは、 S_P を上記のように決定したが、 S_Q 内であれば S_P を任意の位置、大きさで設定することができる。

【0034】図5には上記変換を実現する画像処理・分割部4の詳細な構成を示して説明する。同図において、画像処理・分割部4は、更に表示画像選択部9、補間部10、係数設定部11からなる。この表示画像選択部9は、図3で説明したように、原画像中で本システムで投影できる部分を決定するパラメータをパラメータ記憶部12から参照して各プロジェクタで投影する部分を決定し、複数のプロジェクタ用の画像を出力する。

【0035】補間部10では、パラメータ記憶部12から各プロジェクタの回転、シフト、あおりのパラメータを読み出し、表示画像選択部9の各出力画像がスクリーン上で正確な投影像が結ぶように変形・補間して出力する。さらに、係数設定部11は、パラメータ記憶部12から各プロジェクタの投影画像のオーバーラップ・パラメータを読み出し、スムーズに接合されるように先に図3(f)に示した係数を設定する。この係数は、補間部10の出力画像に乗じられ、最終画像としてD/A変換部6を通過して各プロジェクタに出力される。

【0036】図6は図3に加えて左右のプロジェクタにあおりがある場合、画像分割・処理部4で投影画像を決定する過程を示したものである。この例では、右の画像には横方向にあおりが生じ、左の画像には右上方斜めに

8

あおりが生じている。この状態で図3(c)と同じ画像を投影すると、図6(a)のように原画像とは異なり、歪んだために両方の投影がずれた画像が観察されるてしまう。そこで、かかる問題を解決すべく、パラメータ記憶部12に記憶したあおりパラメータによって変換し、図6(b)のような画像を投影する。これにより、図6(c)のようにスクリーン上で原画像に忠実な高精細画像が得られる。

【0037】尚、本実施の形態では、アナログ信号でプロジェクタにデータを送るとして説明しているが、プロジェクタにデジタル信号の入力端子がある場合はデジタルデータで出力することが可能で、D/A変換部が不要であることは勿論である。

【0038】次に本発明の第2実施の形態に係る画像投影システムを説明する。この第2の実施の形態は、第1実施の形態にプロジェクタの配置を決定するパラメータを算出する部分を更に付加したものである。

【0039】図7は第2の実施の形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。同図に示されるように、本実施の形態は大きくコントローラ部21、プロジェクタ28、デジタルカメラ29からなる。上記デジタルカメラ29は、実際にプレゼンテーション等を見る人の位置近くに配置され、投影像30を撮影できるようになっている。設定の際には、画像切替部26を切り替えて、基準画像生成部25で生成した基準画像を投影する。

【0040】この投影された基準画像はデジタルカメラ29で撮影され、その画像はコントローラ部21のプロジェクタ配置パラメータ算出部24に入力された後、プロジェクタの配置を決定するパラメータ $(d, \theta, \phi, \omega)$ が算出される。

【0041】こうして算出されたパラメータはプロジェクタ配置記憶部23に記憶され、必要なときに画像処理・分割部22に読み出される。画像処理・分割部22は、読み出されたパラメータを用いて、プロジェクタ28にD/A変換部27を通して出力する画像を作成する。尚、ここでは基準画像をセッティングの際に生成することとしているが、基準画像生成部25を基準画像記憶部として構成しても良いことは勿論である。

【0042】図8には上記パラメータ算出部24の詳細な構成を示し説明する。同図において、パラメータ算出部24は、あおり量算出部30、オーバーラップ・回転量算出部31、あおり補正部32、画像メモリ部33からなる。

【0043】このような構成において、デジタルカメラ29で撮影された画像は、画像メモリ部33で一時的に記憶され、必要なときに読み出されて、あおり量算出部30で基準画像と比較され、あおりパラメータが決定される。あおりパラメータはパラメータ記憶部に出力されると共に、あおり補正部32に入力される。

【0044】あおり補正部32では、あおりパラメータ

(6)

9

に基づいてデジタルカメラ29で撮影された画像をあおりが補正された投影像を撮影した画像に補正する。オーバーラップ・回転量算出部31では、この画像から各プロジェクトの投影像同士の回転・オーバーラップを算出し、パラメータ記憶部23に出力する。

【0045】パラメータを算出するためにデジタルカメラ29で撮影する際に投影される投影像30は、例えば一定間隔に輝点や十字を並べたもの、格子模様等既知の画像で上記パラメータが正確に求められるものであればその形態は問わない。

【0046】このとき、複数のプロジェクト28で順番に参照画像を投影して1台毎にパラメータを決定する方法や、投影する画像の色をそれぞれのプロジェクト用に変えて投影し、デジタルカメラ29で取り込んだ画像から色を指定して各プロジェクトのパラメータを決定することもできる。

【0047】以下、図9を参照して、第2の実施の形態において、角度を変えた直線を複数回に別けて表示することでパラメータを算出する手法を説明する。プロジェクト28に画像中心を通り長さLの線分を水平からの角

$$\cos \phi = \frac{L_1 \cos \alpha + L_2 \cos \beta}{L} \quad (7)$$

$$d = \frac{L_1 \sin \alpha + L_2 \sin \beta}{L} \cdot \sin \phi \quad (8)$$

【0051】次に図10を参照して、パラメータを算出する際に投影される投影像30の例として格子点の場合を説明する。同図に於いて、点線で囲まれた領域はプロジェクトの投影像、実線で囲まれた部分がデジタルカメラ29の撮影範囲をそれぞれ示す。また、左右の投影像が一部オーバーラップし、左の画像は上下方向にあおりが生じている。

【0052】まず、デジタルカメラで撮影された画像101から、2値化、パターンマッチング等の方法で左右の格子点に対応する位置を算出する。また、片方の投影像内(図10では左投影像)で、デジタルカメラの画像上での位置と間隔d1、d2…の比と実際にプロジェクトに入力される画像データ上での格子点位置・間隔w[pixel]から、上記(2)式の各パラメータを求め、あおりを補正することができる。

【0053】また、格子点は、プロジェクトに入力された時の位置は既知であるので、デジタルカメラの画像101上のシフト量sからスクリーン上での両投影像の位置関係が計算できる。

【0054】この図10では、両プロジェクトのオーバーラップ付近をデジタルカメラで撮影するように説明しているが、解像度が十分であれば全体を撮影するようにしても良い。また、カメラの制御部も組み込み、始め全

10

*9(a) 参照)、撮影した画像上の線分が長さL'm、角度α'mで観測されたとする。ここで、α'mは撮影した画像中で水平からの角度、L'mは中心から端点までの距離L1m、L2mに分ける(L'm=L1m+L2m)。このとき、画像の回転角ωは以下の(5)式で表される。

$$\omega = \alpha'_{1m} - \alpha'_{2m} \quad (5)$$

また、ここでは線分2がL'mのうち最大になったとすると、あおりの生じる方向θは次式で示される。

$$\theta = \alpha'_{2m} \quad (6)$$

さらに、線分2と直交する方向をkとして、L1m、L2mを(L/L'k)で規格化する。

$$l_{1m} = L_{1m} * (L / L'k) \quad (7)$$

$$l_{2m} = L_{2m} * (L / L'k)$$

これらからパラメータφ、dは以下の(8)式で求められる。

【0050】

【数2】

体を撮影した画像で大雑把な計算をし、次にある部分を拡大して撮影した画像で正確にパラメータを決定することもできる。更に、投影する画像を少しずつ変形し、その投影像を撮影した画像が理想的な撮影画像に近づく様にフーバックをかける逐次的方法(例えば最急降下法)を用いることもできる。

【0055】また、上記あおりが大きくなった場合にはピントはずれの影響が大きくなるが、その場合には、あおり補正レンズと呼ばれる光学系を投射レンズに組み込むことで回避することができる。

【0056】次に図11にはパラメータ算出部24の他の構成を示し説明する。これは、デジタルカメラの画像の歪みを補正する歪み補正部35を新たに加えたものである。その他の構成は図8と同様であるため、説明を省略する。

【0057】一般に、カメラレンズはスペースバリエーションな歪みが生じることが多い。ところが、本発明のシステムでは投影像を撮影した画像からパラメータを決定するため、上記歪みが存在するのは望ましくない。そこで、パラメータ算出に用いる前に画像の歪みを補正することで、正確にパラメータを算出することができる。歪みの補正は、デジタルカメラがレンズの焦点位置を記録するようなフォーマットになっていれば容易に実現でき

11

る。

【0058】この第2の実施例では、投影画像を撮影した画像データを、デジタルカメラ29から直接プロジェクタ配置パラメータ算出部24に入力しているが、フロッピーディスク、PCカードなどの媒体を用いてオフラインにプロジェクタ配置パラメータ算出部24へ入力することも可能である。

【0059】また、投影画像を撮影するのにデジタルカメラを用いて説明したが、一般のCCDカメラ、ビデオカメラ等でも画像入力ボードやA/D変換部を設けることで、本発明のシステムは実現される。

【0060】次に第3の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。図12には先端に高輝度LEDを設けた差し棒で頂点、格子点などスクリーン上における投影画像の特徴点をポインティングして撮像する例を示し説明する。

【0061】この例では、投影像に比べてポインティングした点は非常に明るくできる為、デジタルカメラの撮影画像から特徴点の抽出が容易になる。また、高輝度LEDの代わりにレーザーポインタでポインティングしてもよい。

【0062】図13は、プロジェクタ内にポインティングデバイスを設けた例を示して説明する。同図に示されるように、画像はLCP43上に表示され、光源42からの光がLCP43、光学系44、投射レンズ45を通してスクリーン50に投影される。半導体レーザー(LD)46から出たレーザー光線(図では点線で示す)はミラー48、49で反射されスクリーン上に投影される。

【0063】上記ミラー49は可倒式であり、投影状態を決定する為にポインティングする場合は図のように光軸上に置き、画像を投影する場合は倒して光軸上から除く。処理制御部47は画像表示のためにLCP43を制御すると共に、ミラー48の角度を調整し、特徴点位置にレーザーの輝点を投影する。

【0064】ポインティングデバイスをプロジェクタ内に置くことで、特徴点を正確かつ自動的に指定することができる。また、ミラー49を可倒式にすることで光源42、LD46からの光の利用効率を上げることができる。

【0065】なお、ここでは、レーザー光線がLCP43を通してスクリーンに投影するように説明しているが、LCP43よりスクリーン側にミラー49を設けても良いことは勿論である。さらに、デジタルカメラ29の撮影画像データをパソコンで表示しながらマウス等を用いて指示するなど可能であり、正確に指定できれば特徴点の抽出方法は問わない。

【0066】図14はスクリーン上に微小な光センサを多数配置することで投影状態を決定する例である。同図に於いては、投影画像のかかるセンサを黒丸で、かからないセンサを白丸で示している。このように、光の照射

12

されているセンサを検出することでスクリーン上への投影状態が分かる。重要なのはパラメータが正確にできるようなパラメータが算出されることであり、上記以外の方法でも本発明のシステムは構成できることは勿論である。

【0067】次に第4の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。第4の実施例は、複数のプロジェクタを用いた高輝度・多階調プロジェクタである。以下、図15を参照して本実施例を説明する。

【0068】同図に於いて、複数のプロジェクタ51の画像を正確に重ねて投影画像52を投影する。このとき、両方のプロジェクタから全く同じ画像を出力すれば、スクリーン上では1台で投影する場合の2倍の輝度で観測されるので、本発明のシステムは高輝度なプロジェクタとして機能する。

【0069】また、一般に画像データは各色0から255までの256階調で表現されるが、本発明のシステムではN台のプロジェクタを用いて255×N+1階調の画像を表現できる。例えば二台のプロジェクタを使用した場合、114の値のデータはそれぞれのプロジェクタに57、57を入力し、データ値317は159、158を入力するといったようにすれば、最大510階調(両プロジェクタに255を入力)のデータを考慮できる。

【0070】本発明は第2の実施の形態にある通り、見る人の視点で投影画像を撮影した画像データから自動的に位置合わせしてプロジェクタに補正画像が出力されるので、本実施例のシステムが非常に簡単に実現される。

【0071】また、各プロジェクタの出力画像に視差を付けることで立体画像の表示も可能である。本発明のシステムではプロジェクタの解像度が全て生かせるので、従来に比べ高解像度な立体画像を表示できる。

【0072】次に第5の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。上記各実施例では平面上のスクリーンを想定したが、本実施の形態のように、図16に示される円球状のスクリーンを用いても本発明は有効である。

【0073】即ち、図16(a)は多人数を対象にした投影システムである。このようなシステムは視界の広い範囲に映像を表示できるため、高い臨場感を得ることができる。本発明を利用して、このような投影システムを非常に簡単にセッティングすることができる。

【0074】また、図16(b)に示されるように、個人用の投影装置への応用も考えられる。個人用として、HMD(Head Mounted Display)と呼ばれる装置を装着して高い臨場感のディスプレイを実現する例があるが、本例はHMDとは異なり特殊な装置を装着する必要がないので圧迫感等が無く楽に見ることができる。更に、至近距離でディスプレイを見る必要が無く目への負担が小さい、HMDより高解像度の画像が得られる等の効果がある。

(8)

13

【0075】プロジェクタの設置は図16(c)、(d)のように観客の下から投影しても良く、上下から投影することもできる。また、図16(e)のようにリアプロジェクション型のディスプレイも可能である。

【0076】この第5の実施の形態に係る画像投影システムは、見る人の視点で投影状態を補正できる為、平面形状以外のスクリーンへの投影も簡単にセッティングできる点が特徴である。

【0077】次に第6の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。図17は各プロジェクタへの出力画像を記憶する記憶媒体を組み合わせた例である。同図に示されるように、コントローラ部61は画像処理・分割部62、プロジェクタ配置記憶部63、プロジェクタ配置パラメータ算出部64、D/A変換部65に出力画像記憶部66を加えて構成される。

【0078】このような構成において、画像処理・分割部62で作成された各プロジェクタへの出力画像は一旦出力画像記憶部66に記憶される。プロジェクタに出力する際は、出力画像記憶部66から順次読み出される。

【0079】この出力画像記憶部66はコントローラ部61の外部に設けても良い。これらの記憶媒体は、HD D (Hard Disk Drive)、CD-ROM、DVD (Digital Video Disc) 等で構成することができる。この第6の実施の形態に係る画像投影システムは、何回も同じ画像を使用する場合に有効である。

【0080】次に第7の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。図18に示されるようにソフトウェアで処理することも可能である。同図に於いて、CPU75は、ハードディスク等記憶媒体に記憶された画像処理・分割ソフトウェア72、プロジェクタ配置パラメータ73を読み込み画像・原稿データ71を補正・分割し、投影データ77a、77b…を作成する。

【0081】こうして作成された投影データ77は画像入出力ボード76を通してプロジェクタ79a、79b…に出力される。また、ビデオカメラ80で投影画像を撮影したプロジェクタ配置決定用画像データ78とプロジェクタ配置パラメータ算出ソフトウェア74を読み込んでプロジェクタ配置パラメータを計算し、記憶媒体に記憶する。この第7の実施の形態に係る画像投影システムは、ハードウェアの場合に比べて安価に実現でき、動画が必要としない場合や予め画像を用意できる場合に有効である。

【0082】次に第8の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。先に第5の実施の形態で、リアプロジェクションタイプのディスプレイの例を示したが、本実施の形態は、小さなプロジェクタ（マイクロプロジェクタ）を多数並べて高精細かつ薄型のディスプレイを実現するものである。

【0083】図19は本システムを薄型ディスプレイに応用した実施の形態を説明する図である。同図の構成の

14

うち、画像分割・処理部91、パラメータ記憶部92、パラメータ算出部93、基準画像生成部94、画像切替部95は上記実施例と同じである。また、観客に視点付近で投影像を撮影した画像はパラメータ算出部93に入力される。この例では、スクリーン97に後ろから投影するリアプロジェクションタイプのディスプレイを想定している。

【0084】第8の実施の形態の特徴は、前記実施例で用いたプロジェクタより非常に小型のマイクロプロジェクタ96を用い、各プロジェクタの投影範囲は限定されるが多数並べることで大型のディスプレイを構成することにある。

【0085】また、ディスプレイ本体は小型であるため、各光源はあまり高出力のものを必要としない。そのため、奥行きは小さいが、多数のディスプレイを並べているため、従来に比べて非常に高精細な画像を見ることが出来る。

【0086】図20はマイクロプロジェクタ96を赤、緑、青色の3原色のレーザーで構成した例である。メモリ106の画像に応じてドライバ105がミラー104a乃至104cの角度と各レーザー101乃至103の出力強度を調整し、所望の方向をスキャンする。ミラーの角度は、ミラーの中央部をフレキシブルな支柱に固定し、2方向から電磁石で変化させることができる。

【0087】この図20では、一色を1枚のミラーで受け持たせているが、各色2枚のミラーで、それぞれx方向、y方向のスキャンを制御することもできる。最近赤色に続き、緑、青色の半導体レーザーも実用化されるようになってきているので、これらの半導体レーザーを用いた非常に小型のスキャン型プロジェクタを出力装置とすれば、画面サイズに比べて奥行きの短いディスプレイが実現できる。

【0088】また、マイクロプロジェクタはLEDアレイや、Digital Micromirror Device (DMD) と呼ばれる素子を用いて構成することも可能である。次に第9の実施の形態に係る画像投影システムを説明する。

【0089】画像の補正はプロジェクタの前に調整用の光学系を用いることも可能である。以下、図22を参照して第9の実施の形態を説明する。同図に於いて、コントローラ部121は、画像分割・処理部122、パラメータ記憶部123、パラメータ算出部124、画像切替部126、D/A変換部127からなり、デジタルカメラ125で投影像を撮影した画像から正確な投影に必要なパラメータを算出するのは前記の各実施例と同様である。

【0090】第9の実施の形態では、それに加えて調整光学系128、調整光学系コントロール部129が新たに加えられている。調整光学系コントロール部129は、スクリーン上に正確な投影像を結ぶように、パラメ

15

ータ記憶部に記憶されたパラメータを元にしてプロジェクタのレンズ前面に新たに設けられた調整光学系を駆動する。調整光学系128は正の屈折力を持つレンズ群と負の屈折力を持つレンズ群からなり、シフト、チルトの機構があれば本システムに必要な画像のシフト、あおり、ピント外れを調整可能である。

【0091】ここで、図21には一例として画像シフト調整例を示す。始め網掛けをした位置にレンズがあり、光軸上にLCD面があると、スクリーン上では113の位置に投影像を結ぶ。この状態からレンズを上方にシフトさせると、スクリーン上の114の位置に投影像ができる。また、図には示さないが、あおり、ピント外れはチルトや2つのレンズ群間隔の調整で補正できる。

【0092】この第9の実施の形態では、光学系のみで補正するように説明したが、画像分割・処理部での補正処理と組み合わせることも可能である。以上の実施の形態の説明では述べなかったが、LCDの代わりにCRTを使ったプロジェクタにも応用できる。

【0093】以上説明した実施の形態は以下の効果を得る。即ち、第1に本システムでは、高精細画像データを複数のプロジェクタに分割して投影することで、プロジェクタに用いられている液晶パネルより高解像度な原稿・画像を表示することができる。第2に高精細画像データを複数のプロジェクタに分割して投影することは、予め記憶した投影状態を基に各プロジェクタへの出力画像を作成するため、調整後の投影は自動的に行うことができる。第3に各プロジェクタで投影する画像としてあおり等を補正した画像を出力するため、原画像に忠実な投影画像が得られる。

【0094】第4に複数のプロジェクタの投影画像を観客の視点位置付近に置いた撮像装置で撮影し、得られた画像データから自動的にプロジェクタ同士の位置関係や投影画像の変形を補正するパラメータを算出することができる。そのため、複数のプロジェクタを用いた高精細プロジェクタを非常に簡単にセッティングすることができる。第5に高輝度LED、レーザーポインタ等画像データより十分高い輝度をもつポインティングデバイスで投影画像の特徴点を指示した画像を取り込むことで、プロジェクタ配置パラメータの算出が容易になる。

【0095】第6にプロジェクタ内にポインティングデバイスを設けることで、投影画像上の特徴点を正確かつ自動的に指定することが出来る。第7に複数のプロジェクタの投影画像を正確に重ねることが容易にできるので、高輝度プロジェクタ又は多階調プロジェクタとして利用できる。第8に本発明のシステムは、見る人の視点で投影像を評価できるため、平面以外の形状をしたスクリーンへ投影するセッティングも容易に行える。第9に透過型のスクリーンを持ち、投影装置として半導体レーザーを用いたスキャン型のプロジェクタを用いることで、非常に薄型なディスプレイを、非常に簡単なセッ

(9)

16

イングで実現できる。

【0096】第10に一旦作成した各プロジェクタへの出力画像を記憶する出力画像記憶部を備えることで、複数回にわたって利用する場合、そのたびに計算し直す必要がない。第11に画像投影手段に調整光学系を組み込むことで、投影像のピント外れを含めて各プロジェクタからの投影像を、正確にスクリーン上で合成することが可能になる。

【0097】尚、本発明の要旨をまとめると以下の通りである。

(1) 高精細画像データを生成する画像生成手段と、前記高精細画像データの少なくとも一部を投影する複数のプロジェクタを含む画像投影手段と、前記複数のプロジェクタへ前記高精細画像データの少なくとも一部を選択・処理して出力するための画像処理手段と、からなることを特徴とする画像投影システム。

【0098】この態様は第1実施の形態に対応する。このシステムによれば、本発明のシステムでは、高精細画像データを複数のプロジェクタに分割して投影することで、プロジェクタに用いられている液晶パネルCRTより高解像度な原稿・画像を表示することができる。さらに、高精細画像データを複数のプロジェクタに分割して投影することは、予め記憶した投影状態を基に各プロジェクタへの出力画像を作成するため、調整後の投影は自動的に行うことができる。

(2) 前記画像処理手段は、前記複数のプロジェクタによって歪みのない画像を投影するための処理に必要なパラメータを記憶するパラメータ記憶手段と、前記パラメータに基づいて前記画像データを分割・処理し前記複数のプロジェクタへ出力する画像分割・処理手段と、からなることを特徴とする上記(1)に記載の画像投影システム。

【0099】この態様は第1の実施の形態に対応する。このシステムによれば、本発明のシステムでは、高精細画像データを複数のプロジェクタに分割して投影することで、プロジェクタに用いられている液晶パネルCRTより高解像度な原稿・画像を表示することができる。さらに、高精細画像データを複数のプロジェクタに分割して投影することは、予め記憶した投影状態を基に各プロジェクタへの出力画像を作成するため、調整後の投影は自動的に行うことができる。

(3) 前記画像投影手段が投影したスクリーン上の投影画像を観客の視点近傍で撮影する撮像手段と、投影画像を前記撮像手段で撮影した画像データから前記プロジェクタのスクリーンに対する配置情報であるところの配置パラメータを算出するパラメータ算出手段と、を更に備えたことを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の画像投影システム。

【0100】この態様は第2の実施の形態に対応する。このシステムによれば、各プロジェクタで投影する画像

(10)

17

としてあおり等を補正した画像を出力するため、原画像に忠実な投影画像が得られる。さらに、複数のプロジェクタの投影画像を観客の視点位置付近に置いた撮像装置で撮影し、得られた画像データから自動的にプロジェクタ同士の位置関係や投影画像の変形を補正するパラメータを算出することができる。そのため、複数のプロジェクタを用いた高精細プロジェクタを非常に簡単にセッティングすることができる。

(4) 前記プロジェクタ配置パラメータは、前記複数のプロジェクタのうち1台もしくはそれ以上から投影された既知のパターンを前記撮像装置で撮影した画像データから算出されることを特徴とする上記(3)に記載の画像投影システム。

【0101】この態様は第2の実施の形態に対応する。このシステムによれば、各プロジェクタで投影する画像としてあおり等を補正した画像を出力するため、原画像に忠実な投影画像が得られる。さらに、複数のプロジェクタの投影画像を観客の視点位置付近に置いた撮像装置で撮影し、得られた画像データから自動的にプロジェクタ同士の位置関係や投影画像の変形を補正するパラメータを算出することができる。そのため、複数のプロジェクタを用いた高精細プロジェクタを非常に簡単にセッティングすることができる。

(5) 前記プロジェクタ配置パラメータは、スクリーン上で特徴点をポインティングされた画像を前記撮像装置で撮影した画像データから算出されることを特徴とする上記(3)に記載の画像投影システム。

【0102】この態様は第3の実施の形態に対応する。このシステムによれば、高輝度LED、レーザーポインタ等画像データより十分高い輝度をもつポインティングデバイスで投影画像の特徴点を指示した画像を取り込むことで、プロジェクタ配置パラメータの算出が容易になる。さらに、プロジェクタ内にポインティングデバイスを設けることで、投影画像上の特徴点を正確かつ自動的に指定することが出来る。

(6) 前記プロジェクタ配置パラメータは、スクリーン上に配置した光センサによって算出されることを特徴とする上記(3)に記載の画像投影システム。

【0103】この態様は第3の実施の形態に対応する。このシステムによれば、スクリーン上の光センサで投影像を感知することで投影画像上の特徴点を正確かつ自動的に指定することが出来る。

(7) 前記複数のプロジェクタの投影画像は、前記画像データ中の空間的に全く同一な部分をスクリーンの同一の場所に投影することを特徴とする上記(2)又は

(3)に記載の画像投影システム。この態様は第4の実施の形態に対応する。

【0104】このシステムは、複数のプロジェクタの投影画像を正確に重ねることが容易にできるので、高輝度プロジェクタ又は多階調プロジェクタとして利用するこ

18

とができる。

(8) 前記複数のプロジェクタの投影画像は、平面以外の形状をしたスクリーンに投影されることを特徴とする上記(2)又は(3)に記載の画像投影システム。この態様は第8の実施の形態に対応する。

【0105】本システムは、見る人の視点で投影像を評価できるため、平面以外の形状をしたスクリーンへ投影するセッティングも容易に行える。

(9) 前記複数のプロジェクタの投影画像は、透過型のスクリーンに投影することを特徴とする上記(2)又は(3)に記載の画像投影システム。

【0106】この態様は第5の実施の形態に対応する。本システムは、見る人の視点で投影像を評価できるため、反射型以外の形状をしたスクリーンへ投影するセッティングも容易に行える。

(10) 画像処理・分割部で作成された前記複数のプロジェクタへの出力画像を記憶する出力画像記憶部をさらに備えたことを特徴とする特許請求項2又は3に記載の画像投影システム。

【0107】この態様は第6の実施の形態に対応する。このシステムによれば、一旦作成した各プロジェクタへの出力画像を記憶する出力画像記憶部を備えることで、複数回にわたって利用する場合、そのたびに計算し直す必要がない。

(11) 前記画像投影手段は、前記複数のプロジェクタの投影状態を調整しスクリーン上で各プロジェクタの投影像を正確に合成する働きを持つ調整光学系と、前記調整光学系をコントロールする調整光学系コントロール部と、を更に含むことを特徴とする上記(2)又は(3)に記載の画像投影システム。

【0108】この態様は第9の実施の形態に対応する。このシステムによれば、画像投影手段に調整光学系を組み込むことで、投影像のピント外れを含めて各プロジェクタからの投影像を、正確にスクリーン上で合成することが可能になる。

【0109】

【発明の効果】本発明によれば、パーソナルコンピュータと複数のプロジェクタ、高精細な入力画像を分割して各プロジェクタに画像信号を出力するコントローラ部を組み合わせ、入力データの解像度を生かした高精細な投影画像を得る画像投影システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図2】液晶プロジェクタ7とスクリーン8が正対していない場合に、投影画像全体を等倍率で正確なものとする手法を説明するための図である。

【図3】原画像と各プロジェクタへの出力画像の関係を示す図である。

(11)

19

【図4】あおり補正画像生成の手法を示す図である。

【図5】画像処理・分割部4の詳細な構成を示す図である。

【図6】左右のプロジェクタの画像にあおりがある場合、画像分割・処理部4で投影画像を決定する過程を示す図である。

【図7】第2の実施の形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図8】パラメータ算出部24の詳細な構成を示す図である。

【図9】第2の実施の形態において、角度を変えた直線を複数回に別けて表示することでパラメータを算出する手法を説明するための図である。

【図10】パラメータを算出する際に投影される投影像30の例として格子点の場合を説明するための図である。

【図11】パラメータ算出部24の他の構成を示す図である。

【図12】第3の実施の形態において、先端に高輝度LEDを設けた差し棒で頂点、格子点などスクリーン上における投影画像の特徴点をポインティングして撮像する例を示す図である。

【図13】第3の実施の形態において、プロジェクタ内にポインティングデバイスを設けた例を示す図である。

【図14】第3の実施の形態において、スクリーン上に微小な光センサを多数配置することで投影状態を決定する例である。

【図15】第4の実施の形態に係る画像投影システムを

20

説明するための図である。

【図16】第5の実施の形態に係る画像投影システムを説明するための図である。

【図17】第6の実施の形態において、各プロジェクタへの出力画像を記憶する記憶媒体を組み合わせた例を示す図である。

【図18】第7の実施の形態に係る画像投影システムを説明するための図である。

【図19】第8の実施の形態にかかるシステムを薄型ディスプレイに応用した実施の形態を説明する図である。

【図20】マイクロプロジェクタ96を赤、緑、青色の3原色のレーザーで構成した例を示す図である。

【図21】第9の実施の形態による画像シフト調整例を説明するための図である。

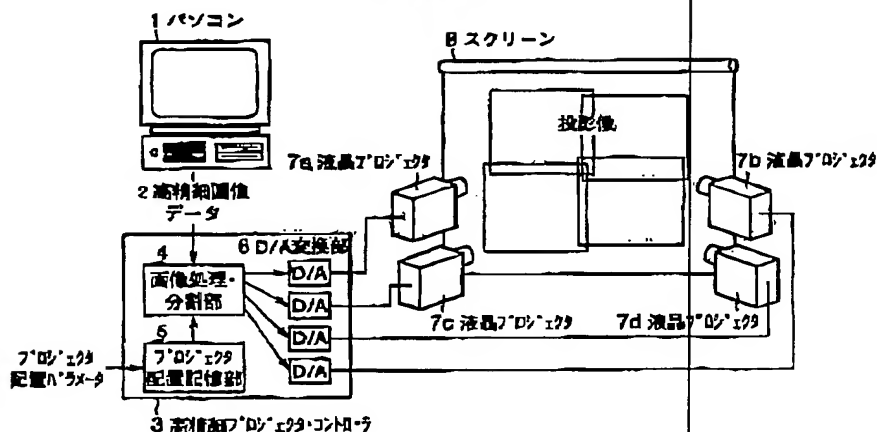
【図22】第9の実施の形態に係る画像投影システムの構成を示す図である。

【図23】従来技術に係る画像投影システムの構成を示す図である。

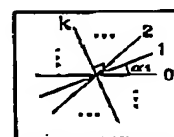
【符号の説明】

- 1 パーソナルコンピュータ
- 2 高精細画像データ
- 3 プロジェクタ・コントローラ
- 4 画像処理・分割部
- 5 プロジェクタ配置記憶部
- 6 D/A変換部
- 7 液晶プロジェクタ
- 8 スクリーン

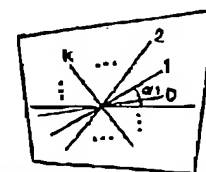
【図1】



【図9】



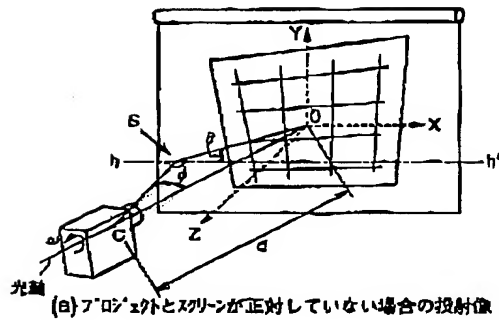
(a)



(b)

(12)

【図2】

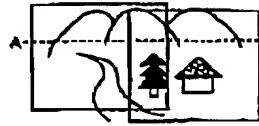


(b) あらかじめ歪みを補正した画像

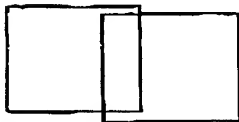
【図3】



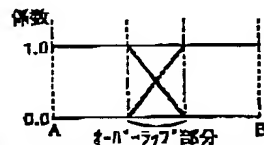
(a) 原画像



(d) スクリーンに投影した画像



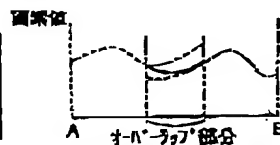
(b) スクリーン上での各ブロックの投影位置



(e) オハ・ラフ領域付近

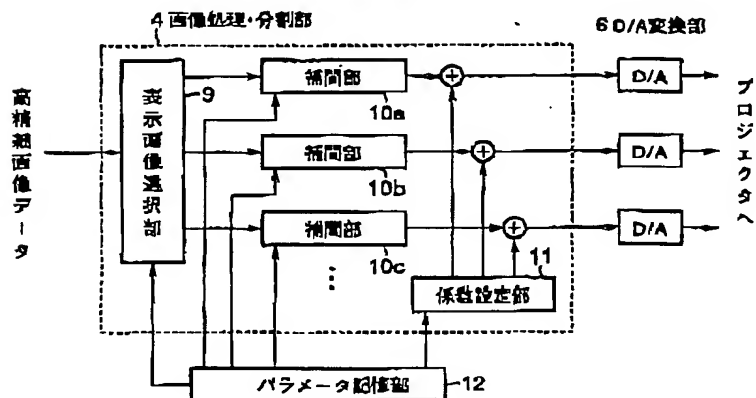


(c) 各ブロックに出す画像

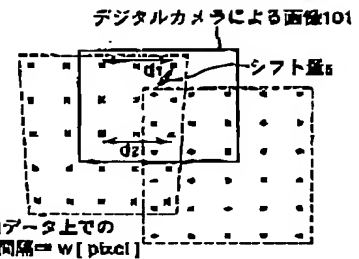


(f) 投影画像の補正の例

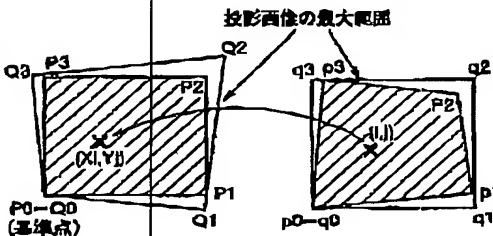
【図5】



【図10】

出力データ上の
格子点間隔 = w [pixel]

【図4】



(a) 投影画像

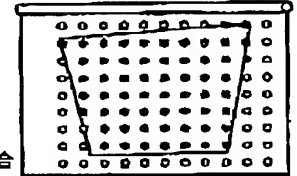
(b) プロジェクタに入力する画像

【図6】

【図14】



(a) 図3と同じ画像を投影した場合



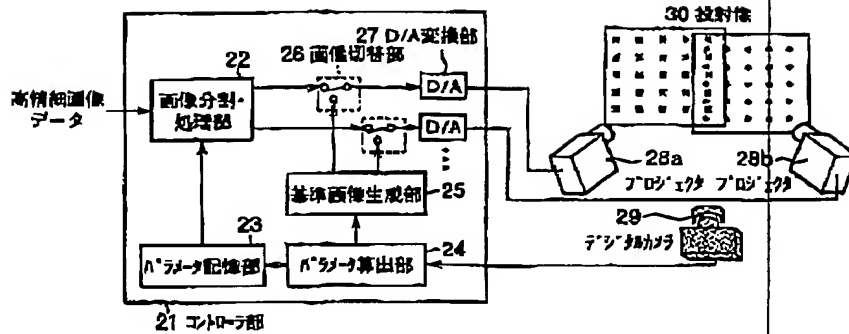
(b) おおりを補正した画面



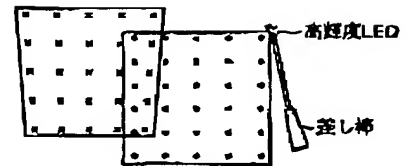
(c) (b)の画像を投影したもの

(13)

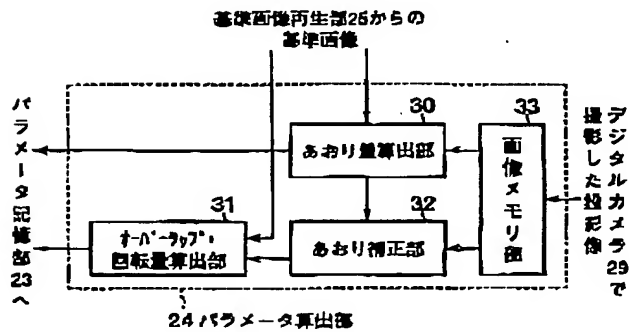
【図 7】



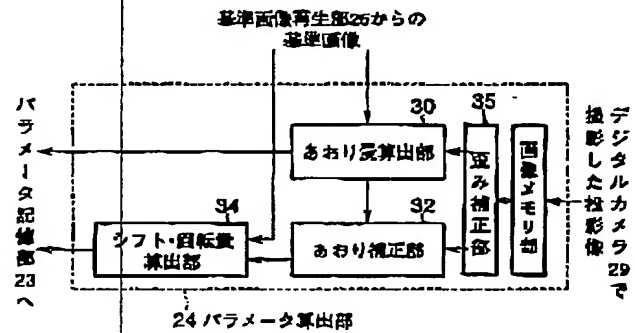
【図 12】



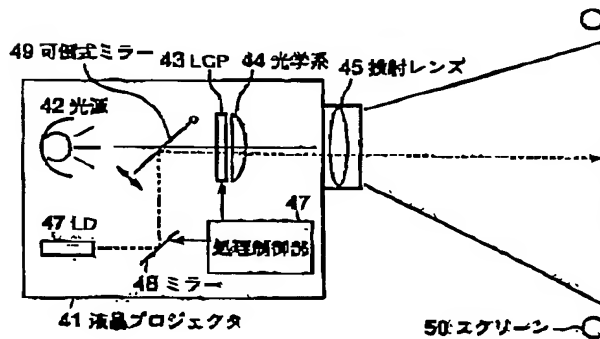
【図 8】



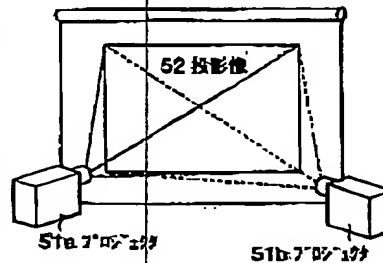
【図 11】



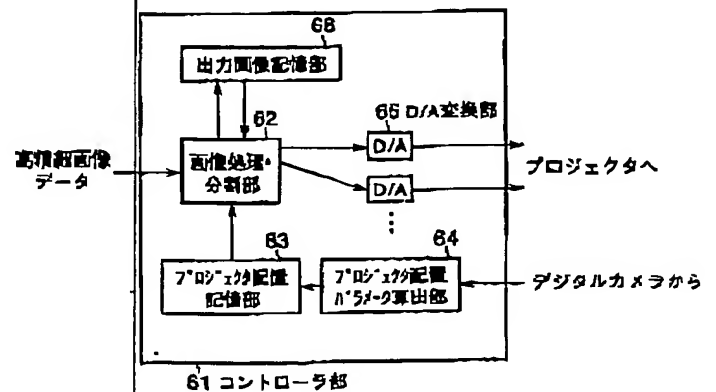
【図 13】



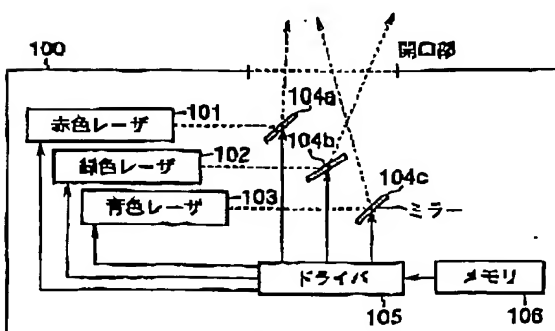
【図 15】



【図 17】

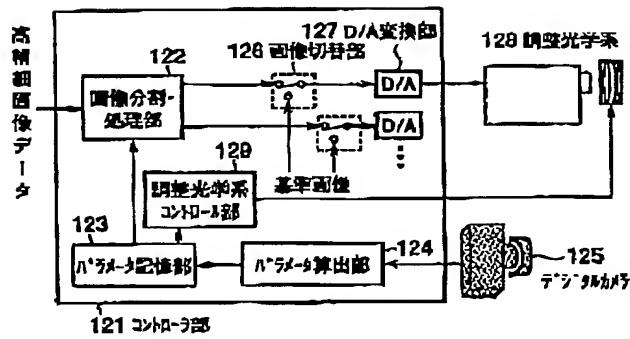


【図 20】

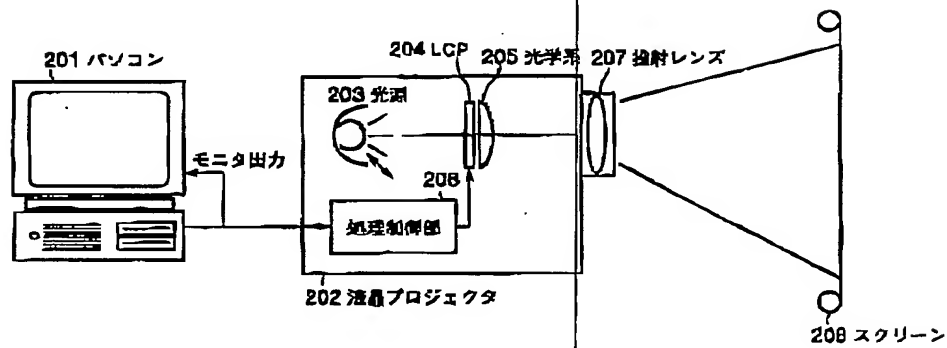


(15)

【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

(72)発明者 王 康達

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 井 崗路

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The image projection system characterized by providing an image generation means to generate highly minute image data, an image projection means to have two or more projectors for projecting a part of above-mentioned highly minute image data [at least], and an image-processing means to choose and process a part of above-mentioned highly minute image data [at least], and to output to two or more above-mentioned projectors.

[Claim 2] The above-mentioned image-processing means is an image projection system according to claim 1 characterized by to provide further a parameter storage means memorize a parameter required for the processing for projecting an exact image by two or more above-mentioned projectors, and an image division / processing means are based on the above-mentioned parameter, divide and process the above-mentioned image data, and output to two or more above-mentioned projectors.

[Claim 3] Above-mentioned claim 1 characterized by providing further an image pick-up means to be arranged near a spectator's view and to photo a projection image, and a parameter calculation means to compute the above-mentioned projector arrangement parameter from the image data which photoed the above-mentioned projection image with the above-mentioned image pick-up means, or an image projection system according to claim 2.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the image projection system which compounds the image of two or more projectors on a screen, and realizes projection of a high definition image.

[0002]

[Description of the Prior Art] By the presentation conventionally performed for a lot of people, it is an overhead projector (OHP;Over Head Projector). The slide has been used. On the other hand, the presentation system which combined the personal computer and the projection display (a projector is called hereafter) has come to be adopted with the spread of the latest personal computers, and fullness of application software. This system feature is in the color currently seen in the creation phase being obtained as it is, when it is that the time and effort which prints the image and manuscript which were drawn up on the personal computer on an OHP sheet, or photos them to a reversal film can be saved, especially a natural image. CRT display of especially the former in such a projector (Cathode Ray Tube display monitor) It compares, and it is more lightweight and the projector using a liquid crystal panel with little complicatedness of installation is used for the core.

[0003] Here, an example of the presentation system which combined the personal computer and the liquid crystal projector is shown and explained to drawing 23 . In this drawing, the image and manuscript data created on the personal computer 201 branch from a monitor output, and are outputted to the processing control section 206 of a liquid crystal projector 202. In the processing control section 206 of a liquid crystal projector 202, this inputted data is processed and it is outputted to a liquid crystal panel (LCP) 204. In a liquid crystal panel 204, the image according to this input image data is displayed. And the light from the light source 203 is projected on a screen 208 through a projector lens 207, after the amount of transparency is determined by the gradation of the image displayed on the liquid crystal panel 204.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the resolution of the image projected by the above-mentioned liquid crystal projector is determined by the number of pixels of a liquid crystal panel. Although the projector which can input current and the picture signal beyond the resolution of a liquid crystal panel exists, since subject-copy image data are thinned out in order to double with the number of pixels of a liquid crystal panel, the resolution of a subject-copy image has not been employed efficiently.

[0005] Furthermore, the projector which displays one part of a subject-copy image and projects the whole by scrolling also has the fault that the whole cannot be seen in 1 time of a certain thing. In order to solve this problem, when obtaining a higher definition projection image, the number of pixels of a liquid crystal panel must be increased, but since such a high definition liquid crystal projector will become very expensive, it is not suitable for generally being used widely.

[0006] Moreover, when the liquid crystal panel of high resolution is used, the load of a processing control section also increases. Furthermore, the area of the control section on a panel becomes large, the

utilization effectiveness of light source light falls as a result, and a projection image has the fault of becoming dark.

[0007] Furthermore, since conditions, like the right pair must be carried out are needed for installing a projector body at a level with accuracy, and a screen in order to project an exact image, when installation of a projector is not exact, a projection image will rotate or will become what the phenomenon of the "gate" generally said produced.

[0008] Moreover, in JP,2-306782,A, the technique which inserts the image (fitting image) beforehand prepared for some sets photoed with the TV camera is indicated. To a fitting image, this technique produces the gate according to the direction of a camera artificially, and is inserted in the image of a TV camera (this conversion is called primary transparent transformation). With this technique, when the coordinate in (x, y), and the image of a TV camera is set to (X, Y) for the coordinate on a fitting image, primary transparent transformation is expressed by the degree type (1).

[0009]

$$X=m \text{ and } (d-x+e-y+f)/(a-x+b-y+c)$$

$$Y=m \text{ and } (g-x+h-y+i)/(a-x+b-y+c) \quad (1)$$

However, when it is going to apply this technique to the projection image of a projector, the problem which is not taking the revolution of an image into consideration about conversion of the above-mentioned (1) formula of needing a means to detect the projection direction of a projector will arise.

[0010] This invention combines the controller section which divides a personal computer, and two or more projectors and a high definition input image, and outputs a picture signal to each projector, and the place which it was made in view of the above-mentioned problem, and is made into the object has it in obtaining the high definition projection image which employed the resolution of input data efficiently.

[0011]

[Means for Solving the Problem] in order to attain the above-mentioned object -- the 1st voice of this invention -- the image projection system which twists like is characterized by to provide an image generation means generate highly minute image data, an image projection means have two or more projectors for projecting a part of above-mentioned highly minute image data [at least], and an image-processing means chooses and processes a part of above-mentioned highly minute image data [at least], and output to two or more above-mentioned projectors.

[0012] and the 2nd voice -- the image projection system which twists like carries out providing further a parameter storage means memorize a parameter required for processing for the above-mentioned image-processing means to project an exact image by two or more above-mentioned projectors, and an image division / processing means are based on the above-mentioned parameter, and divides and processes the above-mentioned image data and output it to two or more above-mentioned projectors as the description.

[0013] Furthermore, the image projection system by the 3rd mode is characterized by providing further an image pick-up means to be arranged near a spectator's view and to photo a projection image, and a parameter calculation means to compute the above-mentioned projector arrangement parameter from the image data which photoed the above-mentioned projection image with the above-mentioned image pick-up means.

[0014] The above 1st thru/or the 3rd mode do the following operations so. namely, the 1st voice of this invention -- in the image projection system twisted like, highly minute image data is generated by the image generation means, and a part of above-mentioned highly minute image data [at least] is chosen and processed by the image-processing means, it is outputted to two or more above-mentioned projectors, respectively, and a part of above-mentioned highly minute image data [at least] is projected by image projection means to have two or more projectors.

[0015] and the 2nd voice -- in the image projection system twisted like, in the above-mentioned image-processing means, it is based on the above-mentioned parameter with image division / processing means by memorizing a parameter required for the processing for projecting an exact image by two or more above-mentioned projectors, and the above-mentioned image data is divided and processed and is outputted to two or more above-mentioned projectors by the parameter storage means.

[0016] Furthermore, in the image projection system by the 3rd mode, the above-mentioned projector arrangement parameter is computed from the image data which the projection image was photoed by the image pick-up means arranged near a spectator's view, and photoed the above-mentioned projection image with the above-mentioned image pick-up means with the parameter calculation means.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. The image projection system first applied to the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained. Drawing 1 is drawing showing the image projection structure of a system concerning the gestalt of the 1st operation.

[0018] As shown in this drawing, the image projection system concerning the gestalt of this operation consists of a personal computer (it is hereafter written as a personal computer) 1 which draws up another ****, and an image and a manuscript greatly, and outputs the highly minute image data 2, the highly minute projector controller section 3 which processes and divides the highly minute image data 2 from a personal computer 1, and outputs it, and two or more projector 7a thru/or 7d.

[0019] The above-mentioned highly minute projector controller section 3 consists of an image processing and the division section 4, and the projector arrangement storage section 5 and the D/A converter 6 further. Furthermore, although not illustrated here, the control section which controls each function is also contained.

[0020] It sets in such a configuration and the highly minute image data 2 created and outputted with the personal computer 1 is outputted to the image processing and the division section 4 of the controller section 3. In this image processing and division section 4, it is determined whether to output the part of highly minute image data 2 throat to each projector based on the parameter beforehand memorized by the projector arrangement storage section 5, and predetermined processing is performed. The detail about the function or operation of each component of the parameter memorized by this projector arrangement storage section 5, and an image processing and division section 4 grade is mentioned later.

[0021] After the signal of the above-mentioned image processing and division section 4 is outputted to two or more D/A converters 6 and changed into an analog signal by this D/A converter 6, an image is projected by each projector 7a thru/or 7d on a screen 8. In this way, the projection image projected on the screen 8 turns into a high definition image with which alignment of each image was carried out to accuracy.

[0022] Here, when the screen 8 has not carried out a right pair to the above-mentioned liquid crystal projector 7 with reference to drawing 2, the technique of there being no gate and making the whole projection image exact is explained. When the screen 8 has not carried out a right pair to the above-mentioned projector 7, scale factors will differ in each part of a projection image, and it will become an image with a "gate" as shown in drawing 2 (a). The distance d of the projector 7 and screen 8 with which how it is projected on a screen 8 met the optical axis of a projector 7 The include angle θ which the flat surface determined with the optical axis of perpendicular C-S and a projector which took down the optical axis from the angle of rotation ω of the projector 7 when considering as a revolving shaft and the origin/datum C of a projector 7 to the screen 8 makes with ZX flat surface (direction which a gate produces) It is determined at the include angle (gate angle) ϕ which the optical axis of perpendicular C-S and a projector 7 makes.

[0023] The coordinate which made the image core Zero o on the image inputted into a projector 7 now (x y), When the point that the optical axis of a screen and a projector crosses like drawing 2 is made into Zero O and the coordinate which took the Z-axis in the Y-axis and the direction of a normal of a screen to the X-axis and a perpendicular direction to the screen up horizontal direction is set to (X, Y0), The relation between (x, y), and (X, Y) is expressed to the following (2), (3), and (4) types.

[0024]

[Equation 1]

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m (c_x \cdot z_3 - x_3 \cdot c_z) / (z_3 - c_z) \\ m (c_y \cdot z_3 - y_3 \cdot c_z) / (z_3 - c_z) \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} p_3 &= (x_3, y_3, z_3)^T = R \cdot (x, y, 0)^T \\ C &= (c_x, c_y, c_z)^T = R \cdot (0, 0, d)^T \\ R &= (R_3 \cdot R_2 \cdot R_1) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} R_1 &= \begin{pmatrix} \cos(\omega - \theta) & \sin(\omega - \theta) & 0 \\ -\sin(\omega - \theta) & \cos(\omega - \theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\ R_2 &= \begin{pmatrix} \cos \phi & 0 & \sin \phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \phi & 0 & \cos \phi \end{pmatrix} \\ R_3 &= \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

[0025] In the above-mentioned formula, T of a matrix right shoulder shows transposition and m is a scaling factor decided by the distance d with a screen. R is a matrix showing the revolution by theta, phi, and omega, and Coordinate C is a location in the above-mentioned XYZ system of coordinates of the reference point of a projector.

[0026] Counting backward from this d, theta, phi, and omega, the image projected with generating and outputting the image which amended the gate as beforehand shown in drawing 2 (b) becomes what has the whole exact at the rate of actual size. This situation mentions later. Moreover, although explained having determined the projection condition from d, theta, phi, and omega here, if a projection condition can describe and amend at accuracy, of course, the group of other parameters is sufficient.

[0027] Drawing 3 is drawing showing the relation between a subject-copy image and the output image to each projector. Drawing 3 (a) is a high definition subject-copy image compared with the resolution of a projector, and is outputted to two sets of the projectors which project this image by physical relationship as shown on a screen at drawing 3 (b). in this case -- if the image of the part [image / of a left-hand side projector] downward shifted is outputted to a right-hand side projector as shown in drawing 3 (c) -- a screen top -- drawing 3 (d) -- like -- as a whole -- a subject-copy image and abbreviation -- the same image is projected.

[0028] Moreover, the lamination technique of the image indicated by for example, the Japanese-Patent-Application-No. No. 141246 [six to] official report is used for the part to overlap, and it takes adjustment. A part for a joint is smoothly connectable with applying the processing technique of the duplication part of two or more images, multiplying by the multiplier as shown in the value of a subject-copy image at drawing 3 (e), and outputting to a projector.

[0029] In this way, the joined example is shown in drawing 3 (f). In this drawing 3 (f), one line (for example, line which connects A-B in drawing 3) of the image of two sheets is shown by the broken line, respectively. A continuous line is the value of the image with which it was projected when applying and outputting the multiplier shown in drawing 3 (e) to each data value. Although drawing 3 (b)

explained as the scale factor of a projector being the same, when scale factors differ, it can respond by changing the magnitude of the part chosen by drawing 3 (c).

[0030] The above approach can be similarly applied, when using two or more sets of projectors.

Furthermore, although a moire phenomenon may happen from the difference in the case where the pixel of liquid crystal is clearly projected on a projection image, and it becomes an image hard to see, and the scale factor of each projector, in an overlap part since the pixel of a liquid crystal panel is comparatively coarse, these phenomena can make the focus of a projection image somewhat sweet, and can prevent it by making a pixel fade etc. Moreover, as long as it is smoothly joinable, for example, you may make it change nonlinear like a sin function, although the multiplier by which it multiplies in an overlap part was changed to linearity in drawing 3.

[0031] The technique of gate amendment image generation is shown in drawing 4, and it explains to it. Drawing 4 (a) shows a projection image and drawing 4 (b) shows the image data inputted into a projector. Field Sq surrounded by q0, q1, q2, and q3 of drawing 4 (b) Field SQ where the greatest image which can be inputted into a projector is shown, and the projection image is surrounded by Q0, Q1, Q2, and Q3 of drawing 4 (a) It corresponds.

[0032] Field SP surrounded by P0, P1, P2, and P3 to which it added shading by drawing 4 (a) Field SP which is a field used for actual projection and was surrounded by the projector input image P0, P1, P2, and P3 It corresponds. SP For a reference point, the straight line which made the point P0 that the include angle of two sides to make served as max, and was drawn respectively horizontally [P1 and P3] and vertically is SQ. It is the point which intersects each side and P2 is other three points and the point of making a rectangle. Moreover, the field Sp surrounded by P0, P1, P2, and P3 of drawing 4 (b) is a part corresponding to Sp among the images inputted into a projector.

[0033] The pixel location (i, j) counted from the image core of a projector input image is changed into (Xi, Yj) by the above-mentioned (2) formula. Then, the value of a pixel location (i, j) uses the value of a pixel [be / it / under / subject-copy image / which was chosen as each projectors like drawing 3 (c) / response (Xi, Yj)]. When this time (Xi, Yj) is not an integer, a value is calculated by the well-known interpolation technique, such as linear interpolation and congruence Miyoshi interpolation. Moreover, after conversion, and (Xi, Yj) are SP. When you come outside, let a pixel value be zero. Here, it is SQ although Sp was determined as mentioned above. If it is inside, Sp can be set up in the location of arbitration, and magnitude.

[0034] The detailed configuration of the image processing and the division section 4 which realizes the above-mentioned conversion is shown in drawing 5, and it explains to it. In this drawing, an image processing and the division section 4 consist of the display image selection section 9, the interpolation section 10, and the multiplier setting-out section 11 further. As drawing 3 explained, this display image selection section 9 determines the part projected by each projector from the parameter storage section 12 with reference to the parameter which determines the part which can be projected by this system in a subject-copy image, and outputs the image for two or more projectors.

[0035] In the interpolation section 10, the parameter of the revolution of each projector, a shift, and a gate is read from the parameter storage section 12, and it deforms and interpolates and outputs so that a projection image with each output image of the display image selection section 9 exact on a screen may connect. Furthermore, the multiplier setting-out section 11 reads the overlap parameter of the projection image of each projector from the parameter storage section 12, and sets up the multiplier it was previously indicated to drawing 3 (f) that it was smoothly joined. The output image of the interpolation section 10 can be multiplied by this multiplier, and it is outputted to each projector through the D/A converter 6 as the last image.

[0036] Drawing 6 shows the process in which a projection image is determined in image division / processing section 4, when a gate is in a projector on either side in addition to drawing 3. In this example, in the right image, the gate arose in the longitudinal direction, and the gate has arisen aslant [direction / upper right] in the left image. ***** by which the image with which both projection shifted since it was distorted like drawing 6 (a) unlike the subject-copy image when the same image as drawing 3 (c) was projected in this condition is observed. Then, it changes with the gate parameter

memorized in the parameter storage section 12 that this problem should be solved, and an image like drawing 6 (b) is projected. Thereby, a highly minute image faithful to a subject-copy image is obtained on a screen like drawing 6 (c).

[0037] In addition, although explained with the gestalt of this operation sending data to a projector with an analog signal, when the input terminal of a digital signal is in a projector, outputting with digital data is possible, and, of course, a D/A converter is unnecessary.

[0038] Next, the image projection system concerning the gestalt of the 2nd operation of this invention is explained. The gestalt of this 2nd operation adds further the part which computes the parameter which determines arrangement of a projector as the gestalt of the 1st operation.

[0039] Drawing 7 is drawing showing the image projection structure of a system concerning the gestalt of the 2nd operation. As shown in this drawing, the gestalt of this operation consists of the controller section 21, a projector 28, and a digital camera 29 greatly. The above-mentioned digital camera 29 is arranged near the location of those who look at a presentation etc. actually, and can photo a projection image 30 now. The image change section 26 is changed in the case of setting out, and the criteria image generated in the criteria image generation section 25 is projected on it.

[0040] This projected criteria image is photoed with a digital camera 29, and after that image is inputted into the projector arrangement parameter calculation section 24 of the controller section 21, the parameter (d, theta, phi, omega) which opts for arrangement of a projector is computed.

[0041] In this way, the computed parameter is memorized by the projector arrangement storage section 23, and when required, reading appearance of it is carried out to an image processing and the division section 22. An image processing and the division section 22 create the image outputted to a projector 28 through the D/A converter 27 using the parameter by which reading appearance was carried out. In addition, although things are done, the thing which generate a criteria image in the case of setting and for which the criteria image generation section 25 may be constituted as the criteria image storage section is natural here.

[0042] The detailed configuration of the above-mentioned parameter calculation section 24 is shown in drawing 8, and it explains to it. The parameter calculation section 24 consists of the amount calculation section 30 of gates, overlap and the rotation calculation section 31, the gate amendment section 32, and the image memory section 33 in this drawing.

[0043] In such a configuration, the image photoed with the digital camera 29 is temporarily memorized in the image memory section 33, when required, reading appearance is carried out, and it is compared with a criteria image by the amount calculation section 30 of gates, and a gate parameter is determined. A gate parameter is inputted into the gate amendment section 32 while it is outputted to the parameter storage section.

[0044] In the gate amendment section 32, it amends in the image which photoed the projection image by which the gate was amended in the image photoed with the digital camera 29 based on the gate parameter. In overlap and the rotation calculation section 31, a revolution and overlap of the projection images of each projector are computed from this image, and it outputs to the parameter storage section 23.

[0045] The projection image 30 projected in case a photograph is taken with a digital camera 29, in order to compute a parameter will not ask the gestalt, if accuracy is asked for the above-mentioned parameter by known images, such as a thing, a grid pattern, etc. that the luminescent spot and a cross joint were arranged in fixed spacing.

[0046] At this time, the approach of projecting a reference image in order by two or more projectors 28, and determining a parameter for every set, and the color of an image to project are changed and projected on each projectors, a color can be specified from the image captured with the digital camera 29, and the parameter of each projector can also be determined.

[0047] The technique of computing a parameter by indicating hereafter the straight line which changed the include angle by another **** in the gestalt of the 2nd operation with reference to drawing 9 at multiple times is explained. Include-angle alphas of since level [through an image core / in the segment of die-length L] to a projector 28 The segment on the image photoed when it changed and was

displayed as $m=0, 1$ and 2 , and -- (refer to drawing 9 (a)) is die-length $L'm$ and include-angle $\alpha'm$. Suppose that it was observed. Here, it is $\alpha'm$. They are an include angle from a horizontal, and $L'm$ in the photoed image. It divides into distance $L1m$ from a core to an endpoint, and $L2m$ ($L'm = L1m + L2m$). The angle of rotation ω of an image is expressed with the following (5) types at this time.

[0048]

$\Omega = \alpha'm - \alpha$ (5)

Moreover, a segment 2 is $L'm$ here. Supposing it becomes max inside, the direction θ which a gate produces is shown by the degree type.

$\theta = \alpha^2$ (6)

Furthermore, $L1m$ and $L2m$ are standardized by $(L/L'k)$, using as k the direction which intersects perpendicularly with a segment 2.

[0049]

$l1m = L1m \cdot (L/L'k)$

$l2m = L2m \cdot (L/L'k)$ (7)

Parameters ϕ and d are called for by the following (8) formulas from these.

[0050]

[Equation 2]

$$\cos \phi = \frac{l1m + l2m}{2 \cdot l1m \cdot l2m} L$$

$$d = \frac{2 \cdot l1m \cdot l2m}{|l1m - l2m|} \cdot \sin \phi \quad (8)$$

[0051] Next, with reference to drawing 10, the case of the lattice point is explained as an example of the projection image 30 projected in case a parameter is computed. In this drawing, the part by which the field surrounded by the dotted line was surrounded as the projection image of a projector and the continuous line shows the photographic coverage of a digital camera 29, respectively. Moreover, a part of projection image on either side overlapped, and the gate has produced the left image in the vertical direction.

[0052] First, the location corresponding to the lattice point on either side is computed by approaches, such as binary-izing and pattern matching, from the image 101 photoed with the digital camera.

Moreover, it is the location and spacing $d1$ on the image of a digital camera, and $d2$ within projection image of one of the two (drawing 10 left projection image). From a lattice point location and spacing [on the image data of -- actually inputted into a projector as a ratio] w [pixel], it can ask for each parameter of the above-mentioned (2) formula, and a gate can be amended.

[0053] Moreover, since a location when the lattice point is inputted into a projector is known, the physical relationship of both the projection images on a screen is calculable from shift-amount [on the image 101 of a digital camera] s .

[0054] As long as resolution is enough, you may make it photo the whole, although this drawing 10 explains that near the overlap of both projectors is photoed with a digital camera. Moreover, rough count can be carried out by the image which also incorporated and began the control section of a camera and photoed the whole, and a parameter can also be determined as accuracy by the image which expanded and photoed the part in a degree. Furthermore, the image to project can be transformed little by little and the successive approach (for example, steepest descent method) to which feedback is applied so that the image which photoed the projection image may approach an ideal photography image can also be used.

[0055] Moreover, when the above-mentioned gate becomes large, a focus can be avoided because the effect of a gap includes the optical system called a gate correcting lens in that case although it becomes large in a projector lens.

[0056] Next, other configurations of the parameter calculation section 24 are shown in drawing 11 , and it explains to it. This newly adds the distortion amendment section 35 which amends distortion of the image of a digital camera. Since other configurations are the same as that of drawing 8 , explanation is omitted.

[0057] general -- a camera lens -- a tooth space -- a variant distortion arises in many cases. However, in order to determine a parameter from the image which photoed the projection image in the system of this invention, it is not desirable for the above-mentioned distortion to exist. Then, a parameter is computable to accuracy by amending distortion of an image, before using for parameter calculation. Amendment of distortion is easily realizable if it is the format whose digital camera records the focal location of a lens.

[0058] Although the image data which photoed the projection image is inputted into the direct projector arrangement parameter calculation section 24 from the digital camera 29 in this 2nd example, it is also possible to input into off-line to the projector arrangement parameter calculation section 24 using media, such as a floppy disk and a PC card.

[0059] Moreover, although the digital camera was used and explained to photoing a projection image, the system of this invention is realized because a common CCD camera and a video camera also prepare an image input board and the A/D-conversion section.

[0060] Next, the image projection system concerning the gestalt of the 3rd operation is explained. The example which carries out the pointing of the focus of the projection [put and]-with rod image on screens, such as top-most vertices and the lattice point, which formed the high brightness LED at the head, and picturizes it is shown in drawing 12 , and it explains to it.

[0061] In this example, since the point which carried out pointing compared with the projection image is made very brightly, the extract of the photography image of a digital camera to the focus becomes easy. Moreover, pointing may be carried out with a laser pointer instead of the high brightness LED.

[0062] Drawing 13 shows the example which formed the pointing device in the projector, and explains. As shown in this drawing, an image is displayed on LCP43 and the light from the light source 42 is projected on a screen 50 through LCP43, optical system 44, and a projector lens 45. It is reflected by mirrors 48 and 49 and the laser beam (a dotted line shows by a diagram) which came out of semiconductor laser (LD) 46 is projected on a screen.

[0063] The above-mentioned mirror 49 is a collapse type, when placing it on an optical axis as shown in drawing when carrying out the pointing of it, in order to determine a projection condition, and projecting an image, pushes down and is removed from on an optical axis. The processing control section 47 adjusts the include angle of a mirror 48, and projects the luminescent spot of laser on a focus location while it controls LCP43 for image display.

[0064] By placing a pointing device into a projector, the focus can be specified as accuracy and an automatic target. Moreover, the light source 42 and the utilization effectiveness of the light from LD46 can be raised by making a mirror 49 into a collapse type.

[0065] In addition, although here is explaining that a laser beam projects on a screen through LCP43, of course, a mirror 49 may be formed from LCP43 in a screen side. Furthermore, directing using a mouse etc. is possible, displaying the photography image data of a digital camera 29 with a personal computer, and if it can be specified as accuracy, the extract approach of the focus will not be asked.

[0066] Drawing 14 is an example which determines a projection condition by arranging many minute photosensors on a screen. In this drawing, with a circle [white] shows the sensor which is a black dot and is not applied in the sensor which a projection image requires. Thus, the projection condition to a screen top can be understood by detecting the sensor by which light is irradiated. It is important that the parameter which can do a parameter in accuracy is computed, and, of course, the system of this invention can be constituted also from approaches other than the above.

[0067] Next, the image projection system concerning the gestalt of the 4th operation is explained. The 4th example is the high brightness and multi-gradation projector which used two or more projectors. Hereafter, this example is explained with reference to drawing 15 .

[0068] In this drawing, the projection image 52 is projected for the image of two or more projectors 51

on accuracy in piles. if the completely same image is outputted from both projectors at this time, since it will be observed by twice [in the case of projecting by one set on a screen] as many brightness as this -- the system of this invention -- high -- it functions as a brightness projector.

[0069] Moreover, although image data is generally expressed by 256 gradation to each colors 0-255, in the system of this invention, the image of $255 \times N + 1$ gradation can be expressed using the projector of N base. For example, when two sets of projectors are used, the data of the value of 114 input 57 and 57 into each projector, and if it is made to say that a data value 317 inputs 159,158, the data of a maximum of 510 gradation (255 is inputted into both projectors) can be taken into consideration.

[0070] Since alignment is automatically carried out from the image data which photoed the projection image with the view of those who see and an amendment image is outputted to a projector as this invention is in the gestalt of the 2nd operation, the system of this example is realized very simply.

[0071] Moreover, the display of a solid image is also possible by distinguishing between the output image of each projector. Since all the resolution of a projector can be efficiently employed in the system of this invention, a high resolution solid image can be displayed compared with the former.

[0072] Next, the image projection system concerning the gestalt of the 5th operation is explained. the circle shown in drawing 16 like the gestalt of this operation although the screen on a flat surface was assumed in each above-mentioned example -- this invention is effective even if it uses a spherical screen.

[0073] That is, drawing 16 (a) is a projection system for a lot of people. Since such a system can display an image on the large range of a field of view, it can obtain high presence. Such a projection system can be set very easily using this invention.

[0074] Moreover, as shown in drawing 16 (b), the application to personal projection equipment is also considered. Although there is an example which equips with the equipment called HMD (Head Mounted Display) as an object for individuals, and realizes the display of high presence, since this example does not need to equip with special equipment unlike HMD, it does not have a feeling of oppression etc. and can be seen comfortably. Furthermore, there is no need of seeing a display by point-blank range, and there is effectiveness -- the image of high resolution is obtained from HMD with the small burden to an eye.

[0075] Installation of a projector may be projected from under a spectator, as shown in drawing 16 (c) and (d), and it can also be projected from the upper and lower sides. Moreover, the display of a rear projection mold is also possible like drawing 16 (e).

[0076] Since the image projection system concerning the gestalt of this 5th operation can amend a projection condition with the view of those who see, the point which can also set easily the projection to screens other than a flat-surface configuration is the description.

[0077] Next, the image projection system concerning the gestalt of the 6th operation is explained.

Drawing 17 is the example which combined the storage which memorizes the output image to each projector. As shown in this drawing, the controller section 61 adds the output image storage section 66 to an image processing and the division section 62, the projector arrangement storage section 63, the projector arrangement parameter calculation section 64, and the D/A converter 65, and is constituted.

[0078] In such a configuration, the output image to each projector created in an image processing and the division section 62 is once memorized by the output image storage section 66. In case it outputs to a projector, reading appearance is carried out one by one from the output image storage section 66.

[0079] This output image storage section 66 may be formed in the exterior of the controller section 61. These storages can consist of HDD (Hard Disk Drive), a CD-ROM, a DVD (DigitalVideo Disc), etc. The image projection system concerning the gestalt of this 6th operation is effective when using the same image repeatedly.

[0080] Next, the image projection system concerning the gestalt of the 7th operation is explained. It is also possible to process by software, as shown in drawing 18 . In this drawing, CPU75 reads the image processing and the division software 72, and the projector arrangement parameter 73 which were memorized by storages, such as a hard disk, amends and divides an image and the manuscript data 71, and creates projection data 77a and 77b--.

[0081] In this way, the created projection data 77 is outputted to projector 79a and 79b-- through image I / O board 76. Moreover, a projector arrangement parameter is calculated by reading the image data 78 for projector arrangement decision and the projector arrangement parameter calculation software 74 which photoed the projection image with the video camera 80, and it memorizes to a storage. The image projection system concerning the gestalt of this 7th operation is effective, when it can realize cheaply compared with the case of hardware and you do not need an animation, or when an image can be prepared beforehand.

[0082] Next, the image projection system concerning the gestalt of the 8th operation is explained. Although it is the gestalt of the 5th operation previously and the example of a rear projection type display was shown, the gestalt of this operation puts many small projectors (micro projector) in order, and realizes a high definition and a thin display.

[0083] Drawing 19 is drawing explaining the gestalt of the operation which applied this system to the thin display. Image division / processing section 91, the parameter storage section 92, the parameter calculation section 93, the criteria image generation section 94, and the image change section 95 are the same as the above-mentioned example among the configurations of this drawing. Moreover, the image which photoed the projection image near the view to the spectator is inputted into the parameter calculation section 93. In this example, the display of the rear projection type projected on a screen 97 from back is assumed.

[0084] Using the micro projector 96 with the description of the gestalt of the 8th operation very smaller than the projector used in said example, although the projection range of each projector is limited, it is to constitute a large-sized display from putting a large number in order.

[0085] Moreover, since the body of a display is small, each light source seldom needs the thing of high power. Therefore, although depth is small, since much displays are put in order, a very high definition image can be seen compared with the former.

[0086] Drawing 20 is the example which constituted the micro projector 96 from red and green and blue laser in three primary colors. According to the image of memory 106, a driver 105 adjusts the include angle of mirror 104a thru/or 104c, each laser 101, or the output reinforcement of 103, and scans the direction of desired. The include angle of a mirror can fix the center section of the mirror to a flexible stanchion, and can be changed from a 2-way with an electromagnet.

[0087] In this drawing 20, although Isshiki is made to take charge of by one mirror, the scan of x directions and the direction of y is also controllable by the mirror of each two colors, respectively. Since green and blue semiconductor laser is also increasingly put in practical use recently following red, compared with an output unit, then a screen size, the short display of depth is [the very small scanning mold projector using these semiconductor laser] realizable.

[0088] Moreover, a micro projector is [an LED array and] Digital. Micromirror Constituting using the component called Device (DMD) is also possible. Next, the image projection system concerning the gestalt of the 9th operation is explained.

[0089] Amendment of an image can also use the optical system for adjustment before a projector. Hereafter, the gestalt of the 9th operation is explained with reference to drawing 22. In this drawing, it is the same as that of each aforementioned example to compute a parameter required for exact projection of the controller section 121 from the image which consisted of image division / processing section 122, the parameter storage section 123, the parameter calculation section 124, the image change section 126, and a D/A converter 127, and photoed the projection image with the digital camera 125.

[0090] In addition to it, with the gestalt of the 9th operation, the adjustment optical system 128 and the adjustment optical-system control section 129 are newly added. The adjustment optical-system control section 129 drives the adjustment optical system which carried out based on the parameter memorized by the parameter storage section, and was newly prepared in the front face of a lens of a projector so that an exact projection image may be connected on a screen. The adjustment optical system 128 consists of a lens group with forward refractive power, and a lens group with negative refractive power, and if there is a device of a shift and a tilt, the shift of an image required for this system, a gate, and a focus blank can be adjusted.

[0091] Here, the example of image shift adjustment is shown in drawing 21 as an example. A lens is in the location to which it added shading by beginning, and if a LCD side is on an optical axis, on a screen, a projection image will be connected to the location of 113. If a lens is shifted from this condition up, a projection image will be made in the location of 114 on a screen. Moreover, although not shown in drawing, it instigates and a focus blank can be amended by adjustment of a tilt or two lens group spacing.

[0092] Although the gestalt of this 9th operation explained that it amended only by optical system, it is also possible to combine with amendment processing in image division / processing section. Although explanation of the gestalt of the above operation did not describe, it is applicable instead of LCD also at the projector using CRT.

[0093] The gestalt of the operation explained above acquires the following effectiveness. That is, high resolution manuscript and image can be displayed from the liquid crystal panel used for the projector by dividing and projecting highly minute image data on the 1st in this system at two or more projectors. Since dividing and projecting highly minute image data on the 2nd at two or more projectors creates the output image to each projector based on the projection condition memorized beforehand, projection after adjustment can be performed automatically. Since the image which amended the gate etc. as an image projected on the 3rd by each projector is outputted, a projection image faithful to a subject-copy image is obtained.

[0094] The parameter which takes a photograph with the image pick-up equipment which placed the projection image of two or more projectors near a spectator's view location the 4th, and amends the physical relationship of projectors and deformation of a projection image automatically from the obtained image data is computable. Therefore, the highly minute projector using two or more projectors can be set very easily. Calculation of a projector arrangement parameter becomes easy by capturing the image which directed the focus of a projection image with the pointing device which has brightness sufficiently higher than image data, such as the high brightness LED and a laser pointer, in the 5th.

[0095] By forming a pointing device in a projector the 6th, the focus on a projection image can be specified as accuracy and an automatic target. Since it can perform easily putting the projection image of two or more projectors on the 7th at accuracy, it can use as a high brightness projector or a multi-gradation projector. Since the system of this invention can evaluate a projection image with the view of those who see, it can also perform [8th] easily setting projected to the screen which carried out configurations other than a flat surface. It has the screen of a transparency mold in the 9th, and using the projector of the scanning mold using semiconductor laser as projection equipment can realize a very thin shape display by very easy setting.

[0096] When using for the 10th over multiple times by having the output image storage section which memorizes the output image to each once created projector, it is not necessary to recalculate to whenever [the]. It becomes possible to compound the projection images from each projector including the focus blank of a projection image on a screen to accuracy by including adjustment optical system in the 11th at an image projection means.

[0097] In addition, it is as follows when the summary of this invention is summarized.

(1) an image generation means to generate highly minute image data, the image projection means containing two or more projectors which project said a part of highly minute image data [at least], and the image-processing means for choosing and processing said a part of highly minute image data [at least] to said two or more projectors, and outputting it to them -- since -- the image projection system characterized by becoming.

[0098] This mode corresponds to the gestalt of the 1st operation. According to this system, by the system of this invention, high resolution manuscript and image can be displayed from liquid crystal panel CRT used for the projector by dividing and projecting highly minute image data on two or more projectors. Furthermore, since dividing and projecting highly minute image data on two or more projectors creates the output image to each projector based on the projection condition memorized beforehand, projection after adjustment can be performed automatically.

(2) a parameter storage means memorize a parameter required for processing for said image-processing

means to project an image without distortion by two or more of said projectors, and an image division / processing means is based on said parameter, and divides and processes said image data and output it to two or more of said projectors -- since -- an image projection system given in the above (1) characterized by to become.

[0099] This mode corresponds to the gestalt of the 1st operation. According to this system, by the system of this invention, high resolution manuscript and image can be displayed from liquid crystal panel CRT used for the projector by dividing and projecting highly minute image data on two or more projectors. Furthermore, since dividing and projecting highly minute image data on two or more projectors creates the output image to each projector based on the projection condition memorized beforehand, projection after adjustment can be performed automatically.

(3) The above (1) characterized by to have further a parameter calculation means compute the arrangement parameter which is the arrangement information over the screen of said projector from an image pick-up means photo the projection image on the screen which said image projection means projected near a spectator's view, and the image data which photoed the projection image with said image pick-up means, or an image projection system given in (2).

[0100] This mode corresponds to the gestalt of the 2nd operation. Since the image which amended the gate etc. as an image projected by each projector is outputted according to this system, a projection image faithful to a subject-copy image is obtained. Furthermore, the parameter which takes a photograph with the image pick-up equipment which placed the projection image of two or more projectors near a spectator's view location, and amends the physical relationship of projectors and deformation of a projection image automatically from the obtained image data is computable. Therefore, the highly minute projector using two or more projectors can be set very easily.

(4) Said projector arrangement parameter is an image projection system given in the above (3) characterized by being computed from the image data which photoed the known pattern projected from one set or more than it among said two or more projectors with said image pick-up equipment.

[0101] This mode corresponds to the gestalt of the 2nd operation. Since the image which amended the gate etc. as an image projected by each projector is outputted according to this system, a projection image faithful to a subject-copy image is obtained. Furthermore, the parameter which takes a photograph with the image pick-up equipment which placed the projection image of two or more projectors near a spectator's view location, and amends the physical relationship of projectors and deformation of a projection image automatically from the obtained image data is computable. Therefore, the highly minute projector using two or more projectors can be set very easily.

(5) Said projector arrangement parameter is an image projection system given in the above (3) characterized by being computed from the image data which photoed the image by which pointing was carried out in the focus on the screen with said image pick-up equipment.

[0102] This mode corresponds to the gestalt of the 3rd operation. According to this system, calculation of a projector arrangement parameter becomes easy by capturing the image which directed the focus of a projection image with the pointing device with brightness sufficiently higher than image data, such as the high brightness LED and a laser pointer. Furthermore, the focus on a projection image can be specified as accuracy and an automatic target by forming a pointing device in a projector.

(6) Said projector arrangement parameter is an image projection system given in the above (3) characterized by being computed by the photosensor arranged on a screen.

[0103] This mode corresponds to the gestalt of the 3rd operation. According to this system, the focus on a projection image can be specified as accuracy and an automatic target by sensing a projection image with the photosensor on a screen.

(7) The projection image of two or more of said projectors is an image projection system the above (2) characterized by projecting the part same spatial completely in said image data on the same location of a screen, or given in (3). This mode corresponds to the gestalt of the 4th operation.

[0104] Since it can perform easily putting the projection image of two or more projectors on accuracy, this system can be used as a high brightness projector or a multi-gradation projector.

(8) The projection image of two or more of said projectors is an image projection system the above (2)

characterized by being projected on the screen which carried out configurations other than a flat surface, or given in (3). This mode corresponds to the gestalt of the 8th operation.

[0105] Since this system can evaluate a projection image with the view of those who see, it can also perform easily setting projected to the screen which carried out configurations other than a flat surface.

(9) The projection image of two or more of said projectors is an image projection system the above (2) characterized by projecting on the screen of a transparency mold, or given in (3).

[0106] This mode corresponds to the gestalt of the 5th operation. Since this system can evaluate a projection image with the view of those who see, it can also perform easily setting projected to the screen which carried out configurations other than a reflective mold.

(10) Patent claim 2 characterized by having further the output image storage section which memorizes the output image to said two or more projectors created in an image processing and the division section, or an image projection system given in 3.

[0107] This mode corresponds to the gestalt of the 6th operation. When using over multiple times by having the output image storage section which memorizes the output image to each once created projector according to this system, it is not necessary to recalculate to whenever [that].

(11) Said image projection means is an image projection system the above (2) characterized by including further adjustment optical system with the work which adjusts the projection condition of two or more of said projectors, and compounds the projection image of each projector to accuracy on a screen, and the adjustment optical-system control section which controls said adjustment optical system, or given in (3).

[0108] This mode corresponds to the gestalt of the 9th operation. According to this system, it becomes possible to compound the projection images from each projector including the focus blank of a projection image on a screen to accuracy by including adjustment optical system in an image projection means.

[0109]

[Effect of the Invention] According to this invention, the controller section which divides a personal computer, and two or more projectors and a high definition input image, and outputs a picture signal to each projector can be combined, and the image projection system which obtains the high definition projection image which employed the resolution of input data efficiently can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the image projection structure of a system concerning the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 2] When the screen 8 has not carried out a right pair to a liquid crystal projector 7, it is drawing for explaining the technique of making the whole projection image exact at the rate of actual size.

[Drawing 3] It is drawing showing the relation between a subject-copy image and the output image to each projector.

[Drawing 4] It is drawing showing the technique of gate amendment image generation.

[Drawing 5] It is drawing showing the detailed configuration of an image processing and the division section 4.

[Drawing 6] When a gate is in the image of a projector on either side, it is drawing showing the process in which a projection image is determined in image division / processing section 4.

[Drawing 7] It is drawing showing the image projection structure of a system concerning the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 8] It is drawing showing the detailed configuration of the parameter calculation section 24.

[Drawing 9] In the gestalt of the 2nd operation, it is drawing for explaining the technique of computing a parameter by indicating the straight line which changed the include angle by another **** at multiple times.

[Drawing 10] It is drawing for explaining the case of the lattice point as an example of the projection image 30 projected in case a parameter is computed.

[Drawing 11] It is drawing showing other configurations of the parameter calculation section 24.

[Drawing 12] In the gestalt of the 3rd operation, it is drawing showing the example which carries out the pointing of the focus of the projection [put and / at a rod] image on screens, such as top-most vertices and the lattice point, which formed the high brightness LED at the head, and picturizes it.

[Drawing 13] In the gestalt of the 3rd operation, it is drawing showing the example which formed the pointing device in the projector.

[Drawing 14] In the gestalt of the 3rd operation, it is the example which determines a projection condition by arranging many minute photosensors on a screen.

[Drawing 15] It is drawing for explaining the image projection system concerning the gestalt of the 4th operation.

[Drawing 16] It is drawing for explaining the image projection system concerning the gestalt of the 5th operation.

[Drawing 17] In the gestalt of the 6th operation, it is drawing showing the example which combined the storage which memorizes the output image to each projector.

[Drawing 18] It is drawing for explaining the image projection system concerning the gestalt of the 7th operation.

[Drawing 19] It is drawing explaining the gestalt of the operation which applied the system concerning

the gestalt of the 8th operation to the thin display.

[Drawing 20] It is drawing showing the example which constituted the micro projector 96 from red and green and blue laser in three primary colors.

[Drawing 21] It is drawing for explaining the example of image shift adjustment by the gestalt of the 9th operation.

[Drawing 22] It is drawing showing the image projection structure of a system concerning the gestalt of the 9th operation.

[Drawing 23] It is drawing showing the image projection structure of a system concerning the conventional technique.

[Description of Notations]

1 Personal Computer

2 Highly Minute Image Data

3 Projector Controller

4 Image-Processing Division Section

5 Projector Arrangement Storage Section

6 D/A Converter

7 Liquid Crystal Projector

8 Screen

[Translation done.]

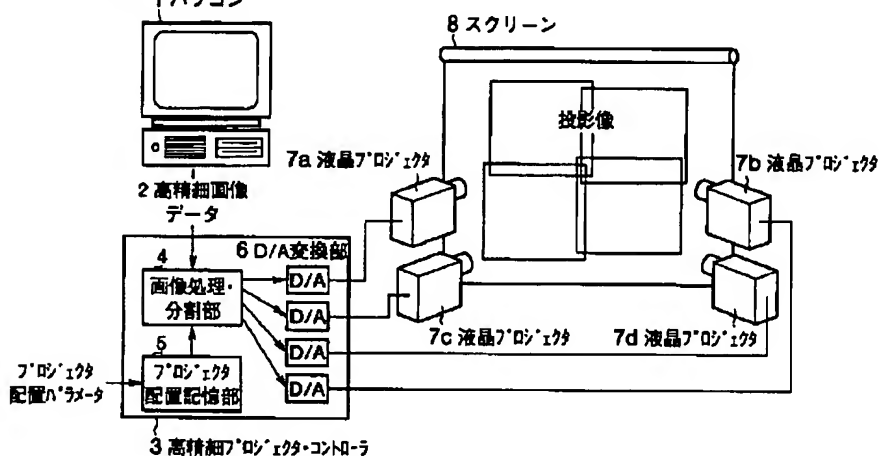
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

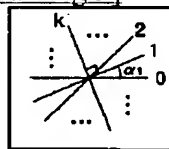
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

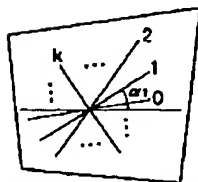


[Drawing 9]



各線分の長さはL

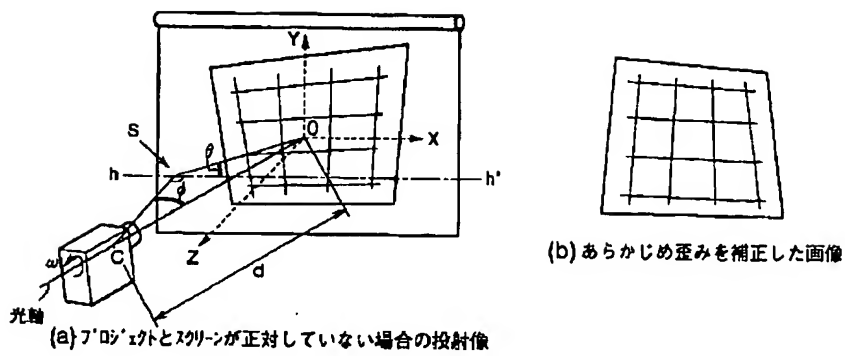
(a)



各線分の長さは $L_k = L_{1k} + L_{2k}$

(b)

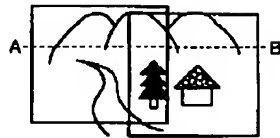
[Drawing 2]



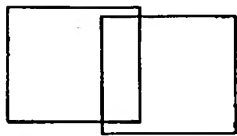
[Drawing 3]



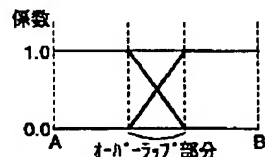
(a) 原画像



(d) スクリーンに投影した画像



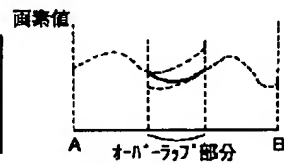
(b) スクリーン上での各プロジェクタの投影位置



(e) オーバーラップ領域付近

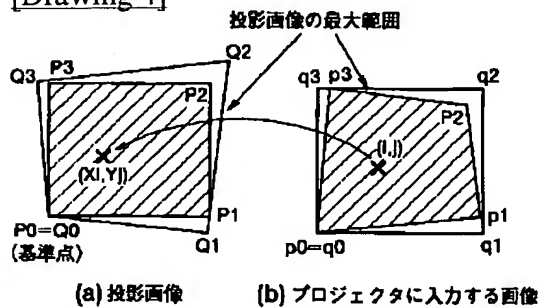


(c) 各プロジェクタに出す画像

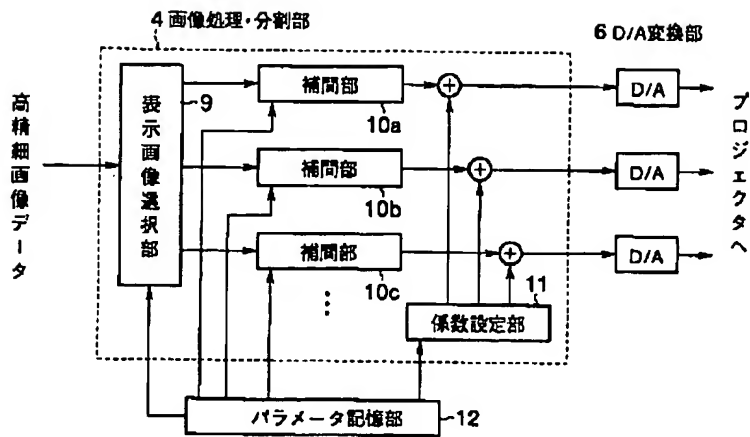


(f) 投影画像の接続の例

[Drawing 4]



[Drawing 5]



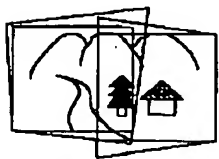
[Drawing 6]



(a) 図3と同じ画像を投影した場合

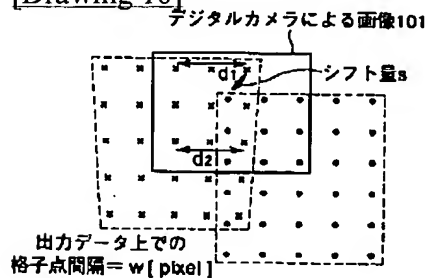


(b) あおりを補正した画面

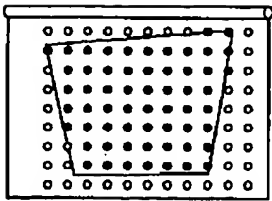


(c) (b)の画像を投影したもの

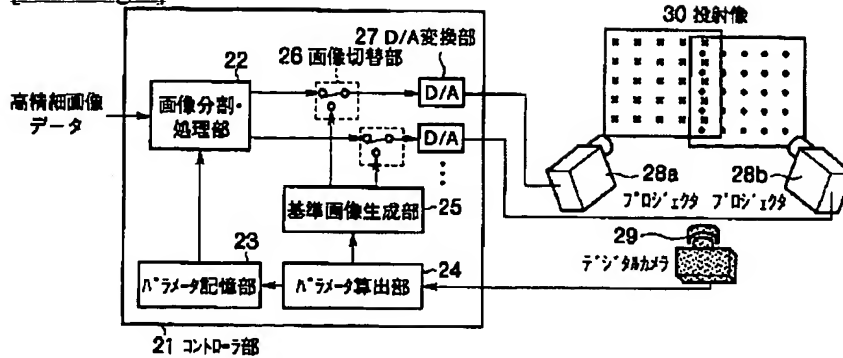
[Drawing 10]



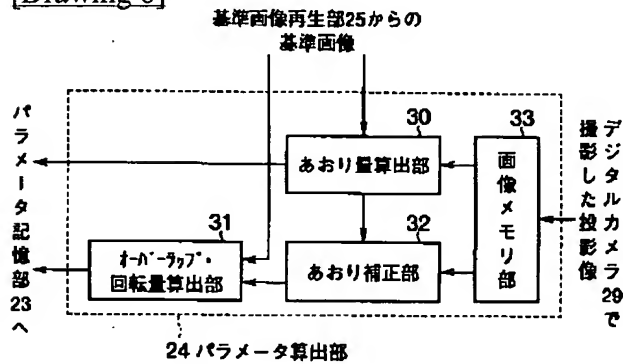
[Drawing 14]



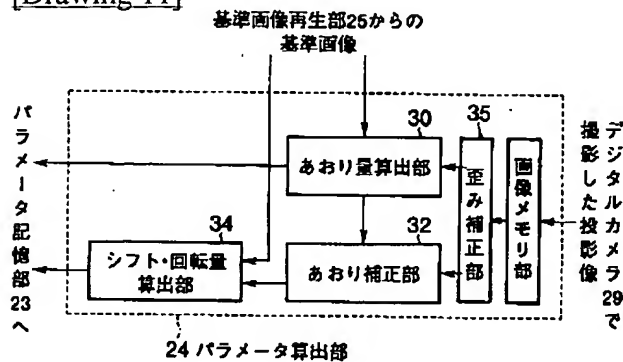
[Drawing 7]



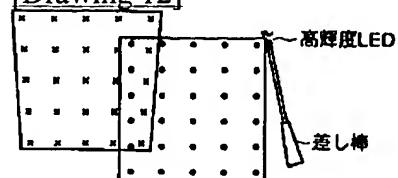
[Drawing 8]



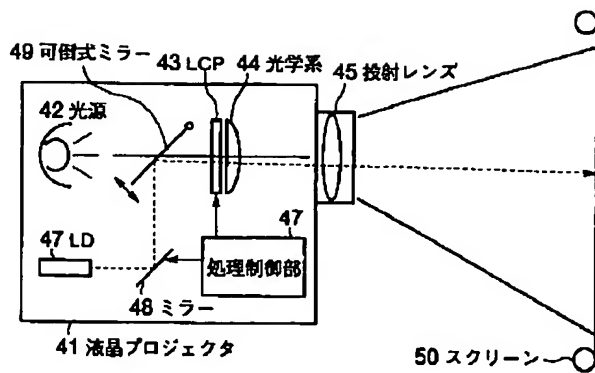
[Drawing 11]



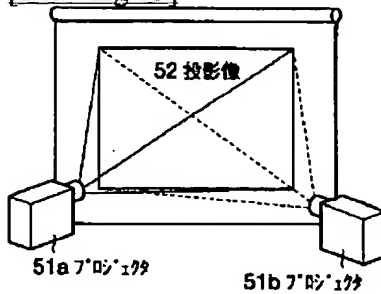
[Drawing 12]



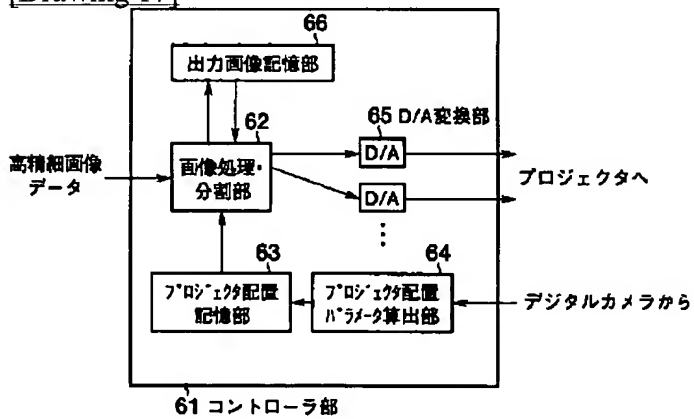
[Drawing 13]



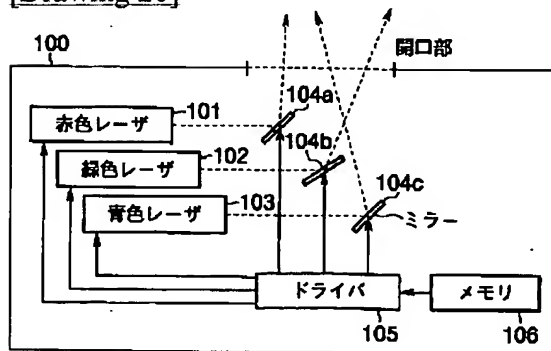
[Drawing 15]



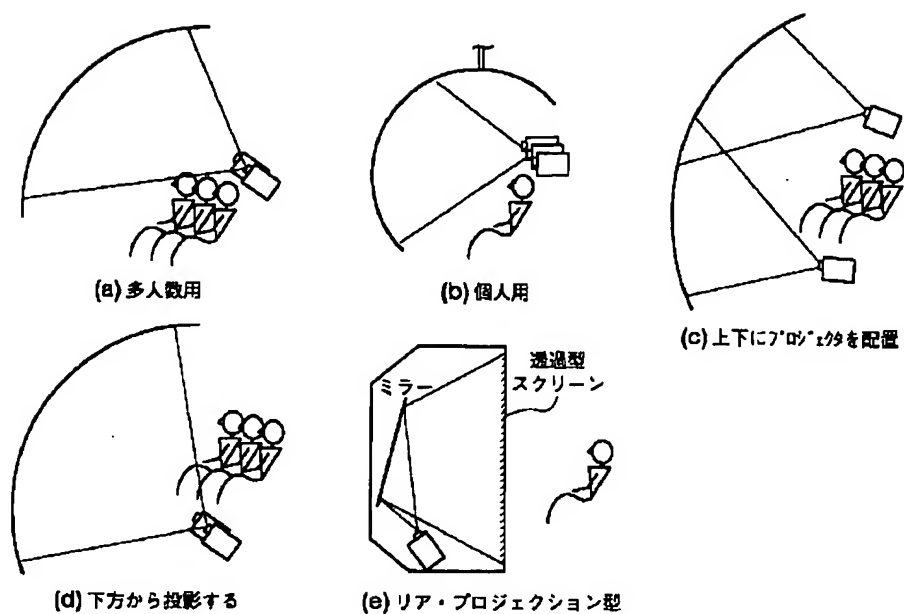
[Drawing 17]



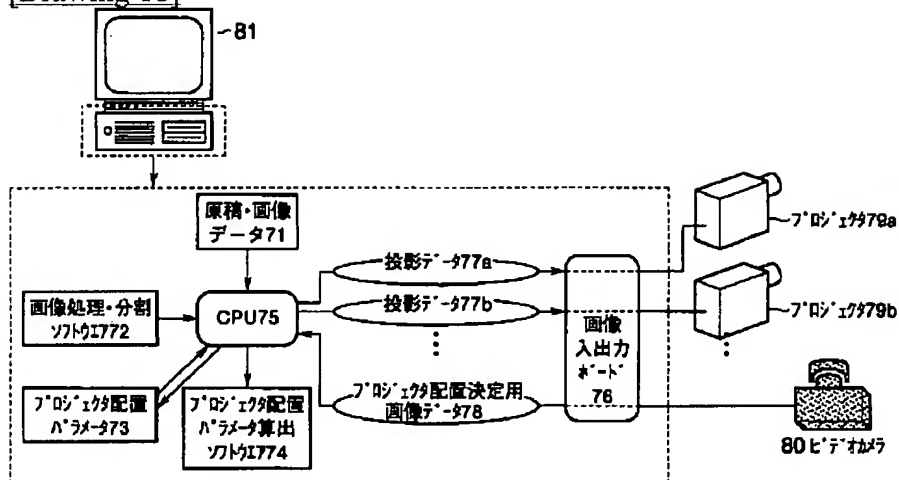
[Drawing 20]



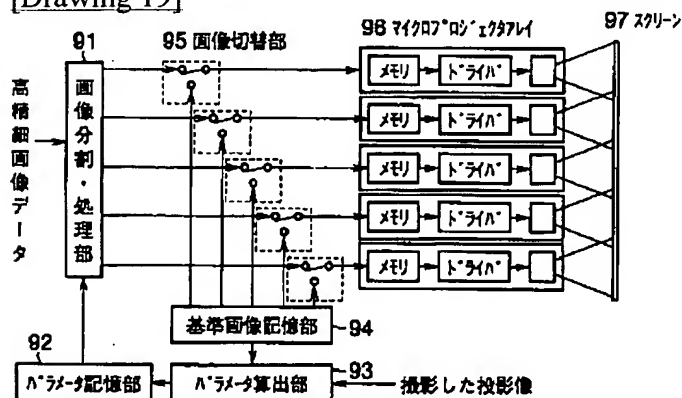
[Drawing 16]



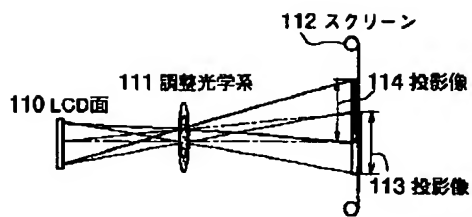
[Drawing 18]



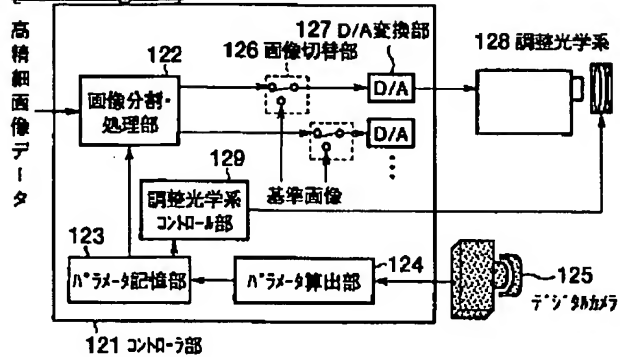
[Drawing 19]



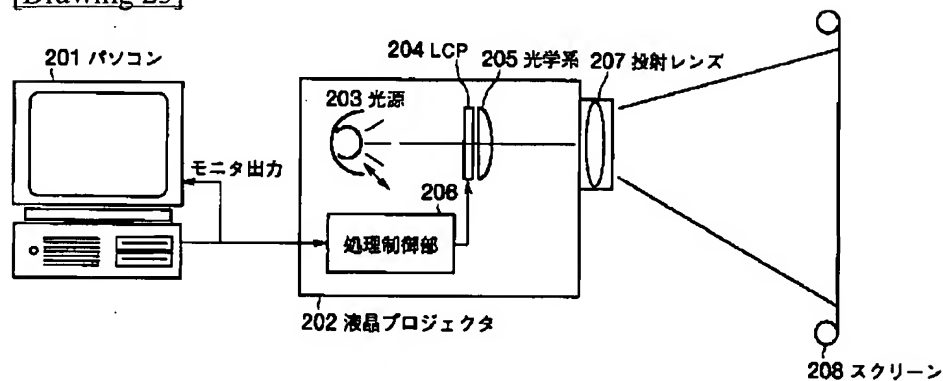
[Drawing 21]



[Drawing 22]



[Drawing 23]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.